

DIGITALISAATION JA ROBOTIIKAN YLEISTYMISSÄN VAIKUTUKSET PAIKOTUSTILATARPEESEEN

Jouni Ikäläinen
Kalle Parikka

Opinnäytetyö
Tekniikka ja liikenteen ala
Maanmittaustekniikka
AMK

2016

Tekniikka ja liikenteen ala
Maanmittaustekniikka
AMK

Tekijät	Jouni Ikäläinen Kalle Parikka	Vuosi	2016
Ohjaaja	Mari Hietamäki		
Toimeksiantaja	Rovaniemen kaupunki		
Työn nimi	Digitalisaation ja robotiikan yleistymisen vaikutukset paikoitustilatarpeeseen		
Sivumäärä	68		

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia digitalisaation ja robotiikan yleistymistä maailmalla. Perehdymme sähköautojen, sähköpyörien sekä itsestään ohjautuvien autojen kehittäjämaihin. Tutkimme näiden uusien liikkumismuotojen yleistymistä eri maissa, käsittelemme myös valtion mahdollisia houkuttumia, kuten verohelpotuksia ja poikkeuslainsäädäntöä, jotka mahdollistavat näiden yleistymisen kuluttajien keskuudessa. Käsittelemme näiden uusien teknologioiden vaikutuksia koskien kaupungistumisen asettamaa muuttuvaa paikoitustilatarvetta.

Opinnäytetyössä vertasimme sähköautojen myynnin määriä suhteessa polttomoottorikäyttöisiin ajoneuvoihin ja sähköautojen vaatiman latausverkoston kehittämistä. Tutkimme itsestään ohjautuvien autojen kehityskaarta, niiden kehittäjiä ja missä niitä testataan ja tullaan testaamaan. Selvitimme myös sähköpyörien yleistymistä ja käytön määriä eri valtioiden alueella. Työn tarkoituksena on olla apuna Rovaniemen kaupunkisuunnittelulle. Työ auttaa hahmottamaan digitalisaation ja robotiikan yleistymisen aikajännettä.

Opinnäytetyön aikana keräsimme tietoa eri maiden hallinnollisten elinten ja tiedotusvälineiden tekemistä julkaisuista ja tutkimuksista. Tiedonhaussa pyrimme käyttämään mahdollisimman uusia julkaisuja.

Pohdinnassa käsitelimme miten nämä kolme edellä mainittua liikkumisen innovaatiota vaikuttavat paikoitustilatarpeeseen ja liikkumistapojen muutokseen. Pohdimme mikä vaikuttaa näiden yleistymiseen Rovaniemellä ja yleisesti Suomessa lisäksi arvioimme millä aikajänteellä robottiautot mahdollisesti tulisivat käyttöön pohjoisissa olosuhteissa.

Asiasanat digitalisaatio, kaupunkisuunnittelu, paikoitustilatarve, robotiikka

Technology, Communication and
Transport
Degree Programme of Land Survey-
ing
Bachelor of Engineering

Author	Jouni Ikäläinen		
	Kalle Parikka	Year	2016
Supervisor	Mari Hietamäki		
Commissioned by	City of Rovaniemi		
Subject of thesis	The spread of the digitalization and robotics effects in parking space needs		
Number of pages	68		

The objective of this thesis was to study how digitalization and robotics are becoming more common around the world. The thesis explored the developers of electric cars, electric bicycles and self-driving cars, and explored the increasing popularity of these new methods of travelling in different countries. The purpose was also to study the different tools the governments can use to make it possible for these new travelling innovations to become even more popular. The purpose was to explore how these innovations will effect in daily travelling culture. The objective of this thesis was also to assist urban planning in the city of Rovaniemi related to the need for parking spaces.

During this project the information was collected from selected countries internet news services and different governmental publications. Internet forums of new electric vehicles have also given good information for this thesis.

The results showed that electric cars and electric bicycles are more common in elsewhere in the world especially in Asian countries. Norway is an exception because it has the most per capital electric vehicle sales of any nation on Earth. Electric bicycles are also more common in Asian countries. In other countries these bicycles are easily classified as mobility aids for older people. Self-driving cars are in development and testing stage in every country but will be on the public use in few years.

Key words city planning, digitalization, need for parking space, robotics

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	KAUPUNKISUUNNITTELUA OHJAAVAT INNOVAATIOT	9
2.1	Digitalisaatio	9
2.2	Robottiikka	10
2.3	Sähköajoneuvot	11
2.3.1	Sähköautot	12
2.3.2	Lataaminen ja latausverkosto.....	13
2.4	Trendit.....	15
3	AUTOTEOLLISET MAAT	18
3.1	Japani	18
3.1.1	Sähköautot	18
3.1.2	Sähköpyörät	19
3.1.3	Itsestään ohjautuvat autot	20
3.2	Kiina.....	21
3.2.1	Sähköautot	23
3.2.2	Sähköpyörät	24
3.2.3	Itsestään ohjautuvat autot	25
3.3	Yhdysvallat	26
3.3.1	Sähköautot	27
3.3.2	Sähköpyörät	29
3.3.3	Itsestään ohjautuvat autot	31
3.4	Saksa.....	33
3.4.1	Sähköautot	34
3.4.2	Sähköpyörät	37
3.4.3	Itsestään ohjautuvat autot	39
3.5	Iso-Britannia.....	40
3.5.1	Sähköautot	41
3.5.2	Sähköpyörät	43
3.5.3	Itsestään ohjautuvat autot	44
4	ESIMERKKEJÄ POHJOISMAISTA.....	46
4.1	Norja	46
4.1.1	Sähköautot	47

4.1.2	Sähköpyörät	49
4.2	Suomi.....	50
4.2.1	Sähköautot	51
4.2.2	Sähköpyörät	52
4.2.3	Itsestään ohjautuvat autot	53
5	POHDINTA.....	56
	LÄHTEET	60

ALKUSANAT

Haluamme kiittää Rovaniemen kaupunkia, kaupunginarkkitehti Tarja Outilaa, Ramboll Finland Oy:n Vesa Verrosta, Lapin ammattikorkeakoulun maanmittaus-
tekniikan opettajia ja erityisesti opinnäytetyömme ohjaavaa opettajaa Mari Hieta-
mäkeä.

1 JOHDANTO

Kunnat ja kaupungit ovat keskeisiä toimijoita, kun haetaan ratkaisuja yhdyskuntarakenteen ja palveluiden kehittämishaasteisiin. Pyritään etsimään ratkaisuja jotka vähentäisivät päästöjä sekä energian kulutusta ja lisäisivät turvallisuutta sekä viihtyisyyttä. Keskustan alueiden kehittäminen on avainasemassa suunniteltaessa sellaista yhdyskunta- ja palvelurakennetta, joka mahdollistaa tavoiteltavien ja toimivien palveluiden saatavuuden sekä minimoisi liikkumistarpeen palveluita haettaessa.

Keskustan alueiden palveluntarjonnan kasvaminen vaatii toimivat autopaikka- ja pysäköintiratkaisut. Kaupungeissa tällaista ongelmaa on pyritty ratkaisemaan keskustaan sijoittuvien maanalaisten parkkihallien rakentamisella, joka ratkaisee paikkavelvoitteiden täyttämisen sekä tilapäisen pysäköinnin tarpeen. Pysäköinti järjestetään yleensä joko yksityisen tai kunnallisen toimijan toimesta kunnan kanssa tehtäviin sopimuksin. Esimerkiksi Oulun keskustan alueelle on rakennettu maanalainen parkkihalli, jossa on 900 autopaikkaa ja laajentumisen mahdollisuus jopa 1500 autopaikkaan.

Keskusta-alueen kaavoitus on tärkeänä lähtökohtana paikoitustarpeita suunniteltaessa ja ennakooidessa. Suunnitteluperiaatteiden tulee mukautua nykytilanteen tarpeiden mukaisiksi sekä luoda hyvät lähtökohdat vastaamaan tulevaisuuden visioita ja niiden toteutumista.

Käyttöautojen lisääntymisen vuoksi pysäköinnin tarpeesta on tehty tutkimuksia ja selvityksiä vuosikymmenten ajan, kuitenkin ajan myötä tarpeet muuttuvat, jonka vuoksi kaikkia muutoksia ei ole voitu ennakoita. Rovaniemen liikennejärjestelmävisio vuoteen 2030 mennessä antaa hyvän kuvan kaupungin tavoitteille tulevien vuosien ajalle. Visio käsittää kasvavan paikoitustilan tarpeen, katuverkkojen ja keskustan yleiskaavan kehittämissuunnan ja samalla luo pohjaa tuleville sähkö- ja robottiautoille.

Opinnäytetyömme tarkoituksena on tutkia suuria teollisuusvaltioita jotka tunnetaan teknologian innovaatioiden luojina ja edelläkävijöinä, käsittelemme myös pohjoismaista Norjaa ja Suomea. Tarkoituksena on selvittää maittain liikennöinnin uusia ja tulevia innovaatioita; sähköpyöriä ja -autoja sekä itsestään ohjautuvia ajoneuvoja. Pyrimme selvittämään käytön volyymejä suhteessa perinteisiin kulkuneuvoihin. Pyrimme selvittämään, että miksi nämä uudet liikkumisen innovaatiot yleistyvät, miten ne vaikuttavat ihmisten liikkumiseen ja liikenteen kehittymiseen.

Työ on osana Rovaniemen kaupungin paikoitustilaselvitystä, jossa tarkastellaan paikoitustarvetta, paikoituslaitoksien sijaintia ja määrää. Paikoitusmääräyksiä halutaan arvioida uudelleen taloudellisten vaikutuksien, liikkumistottumuksien, paikoitusmääräyksien ja vetovoimaisuuden vuoksi. Mitoitus selvitys laaditaan yhteistyössä yrittäjien, yhteisön sekä sidosryhmien kanssa. Avoimen vuorovaikutuksen, tasapuolisen kohtelun ja mitoituksen sitovuuden vuoksi mitoitus selvitys viedään vaiheleiskaavaan joka koskee koko kaupunkia. Tämän työn on tarkoitus toimia Rovaniemen kaupungille paikoitustarvesuunnittelun apuvälineenä liikenteen kehittymisen näkökulmasta.

2 KAUPUNKISUUNNITTELUA OHJAAVAT INNOVAATIOT

Kaupunkisuunnittelun periaatteet ovat peräisin 1960-luvulta, kuitenkin nykyinen kehitys on alkanut muovaamaan uudenlaista tarvetta ja suuntaa asuntojen ja kaupunkien suunnitteluun. Suomessa ennustetaan että vuoteen 2050 mennessä seitsemän suurinta kaupunkia kasvavat jopa miljoonalla asukkaalla. Tällainen kasvu luo rasisista vanhan periaatteen mukaan suunnitelluille kaupunkimalleille ja liikennejärjestelmille joita tulevaisuuden innovaatiot ohjaavat. (Erkko 2015.)

Liikkumiseen tarkoitetut tulevaisuuden innovaatiot ovat nykypäivänä paljon esillä. Nämä innovaatiot pitävät sisällään ympäristölle puhtaampia vaihtoehtoja kuten sähköautoja ja vetyautoja. Kehitys vie autoteollisuutta kuitenkin tästäkin eteenpäin, nykyään uusissa autoissa on jo ajonvakautusjärjestelmiä, kaistavahteja ja hätäjarrutuslaitteita, silti kuljettaja on vielä vastuussa ajamisesta.

Tilanne on kuitenkin muuttumassa, koska autonvalmistajat tutkivat ja kehittävät täysin itsestään ohjautuvia ajoneuvoja, jotka eivät tarvitse kuljettajaa. Ennen markkinoille tuloa kehitettävää on kuitenkin paljon liittyen turvallisuuteen, olosuhteisiin; esimerkiksi lumi ja rankkasade vaikeuttavat auton hallintaan vaikuttavien antureiden toimintaa. Lisäksi herää myös useita moraalisia kysymyksiä liittyen robottiautojen ohjelmoimiseen vaaratilanteita kohdatessa, kuka kärsii kolarissa, kenellä on vastuu?

2.1 Digitalisaatio

Digitalisaatiolla tarkoitetaan digitaalitekniikan integrointia jokapäiväiseen elämään digitoimalla kuvaa, ääntä, dokumenttia tai signaalia biteiksi ja tavuiksi kuvaamaan asioita ja tietosisältöä. Digitalisaatio näkyy koko tieliikennejärjestelmässä älyliikenteen kehittymisenä, tieto- ja viestintätekniikan ja sen mahdollistamien palveluiden lisääntymisenä. Tieliikenteessä digitalisaatio lisää liiken-

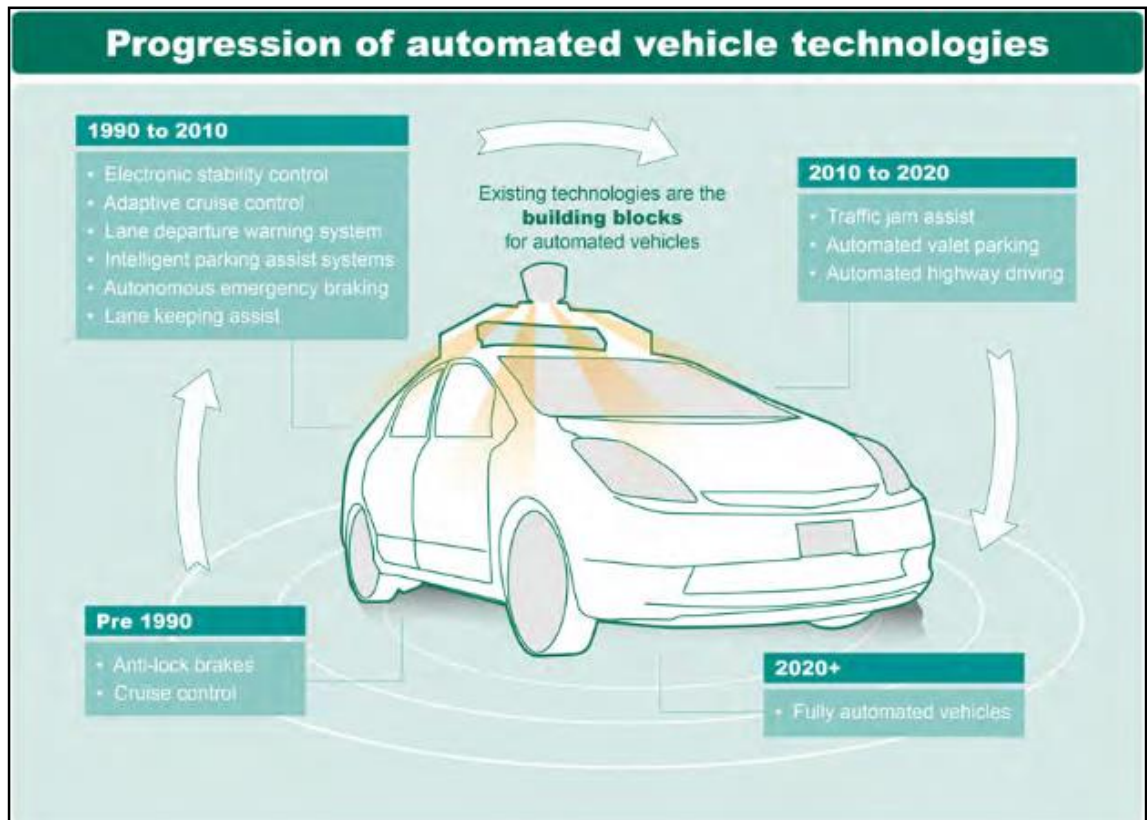
nöintiin liittyvää tietoliikennettä. Kehittyneet tieto- ja viestintäteknologiat mahdollistavat ajoneuvojen välisen sekä ajoneuvojen ja infrastruktuurin välisen kommunikoinnin. (Pöllänen, Nykänen, Liimatainen & Wallander 2014a, 16.)

Vahvana trendinä koko liikennejärjestelmässä on tieto- ja viestintäteknologian käyttö ja sen avulla kehitettävän älyliikenteen avulla pyritään edistämään ja tehostamaan liikkumista. Samalla siitä pyritään tekemään turvallisempaa, vähemmän ympäristöä kuormittavaa ja miellyttävämpää. (Pöllänen ym. 2014a, 16.)

2.2 Robottiikka

Robottiikalla tarkoitetaan tässä työssä henkilöautoliikenteen automatisointia. Robottiautoilla voidaan tarkoittaa autoa, joka kykenee siirtymään paikasta A paikkaan B täysin itsenäisesti, tai kyseessä voi olla toiminto joka tukee ajamista. Liikenteen automatisoituminen on tieliikenteen lisäksi myös muiden liikennemuotojen vahva kehityssuunta.

Monet ajoneuvovalmistajat esittelevät omia visioitaan ja ratkaisuja kohti autonomisempaa suuntaa. Nykypäivänä ajoneuvoissa oleva teknologia ei käsitä vielä täysin itsestään ohjautuvia autoja, vaan autoihin tuotavan teknologian ja ratkaisuiden avulla pyritään helpottamaan kuljettajan suoriutumista ajotehtävistä. Tällaisia kuljettajaa tukevia toimintoja ovat esimerkiksi, kaistavahti, pysäköintiä avustava järjestelmä ja älykäs vakionopeudensäädin. Näitä järjestelmiä kehitetään jatkuvasti eteenpäin, joiden kehityshuippuna ovat itsestään ohjautuvat autot (Kuvio 1). (Pöllänen ym. 2014b, 19–20.)



Kuvio 1. Autojen avustavien järjestelmien kehitys kohti autonomista suuntaa. (Department for Transport 2015, 17)

2.3 Sähköajoneuvot

Sähkökäyttöisten ajoneuvojen voimanlähteenä toimii sähkömoottori jonka energiavarastona toimii akusto. Lisäksi ajoneuvo tarvitsee latausjärjestelmän. Markkinoilla on nykyään muutamia malleja ja tarjonnan arvioidaan lisääntyvän tulevien vuosien aikana. Määrän ennustetaan kasvavan, kun markkinoille saapuu uusia malleja. Yleistymistä vauhdittavat akkutekniikan viimeaikainen kehitys ja ajoneuvojen alhainen verotus. (Motiva 2016a.)

Käsitlemme seuraavaksi lyhyesti yksityiseen ja julkiseen liikenteeseen tarkoitettuja sähköajoneuvoja. Tällaisia ajoneuvoja ja kulkulaitteita ovat esimerkiksi sähköautot ja kevyet sähkökulkuneuvot, kuten sähköpyörät ja Segway-tyyppiset sähkömoottorin kulkevat potkulaudat. (Liikenne ja Viestintäministeriö 2015.)

2.3.1 Sähköautot

Täyssähköauto luo ympäristöystävällisempää vaihtoehtoa bensiini- ja dieselkäyttöisille ajoneuvoille. Sähköauto sopii nykYTEKNIKALLA parhaiten lyhyille ja säännöllisille päivämatkoille, kuitenkin akkutekniikan kehittyminen vuosittain mahdollistaa pidempien toimintasäteiden mahdollistamisen tulevaisuudessa. (Motiva 2016a.)

Etuina tällaisille ajoneuvoille ovat niiden helppokäyttöisyys, pieni huollontarve sekä matalat käyttökustannukset. Se on myös ihanteellinen kaupunkiauto sen hiljaisuuden ja alhaisten hiilidioksidipäästöjen vuoksi, riippuen sähköntuotantotavasta. Verotus puoltaa yhä enemmän sähköautojen hankintaa, koska hiilidioksidipäästöt ovat pienet, näin ollen autovero (5 %), ajoneuvoveron perusvero ja käyttövoimaverot ovat alimmat mahdolliset. (Motiva 2016a.)

Seuraavaksi esitetään esimerkki sähköautojen verotuksesta. Laskelmassa verrataan sähköautojen käyttövoimaverot ja perusverot normaaleihin polttomoottorilla toimiviin ajoneuvoihin.

Sähköauton hinnasta, joka on 35 000 euroa, on autoverot vain 1 750 euroa. Vastaavan hintaisella polttomoottoriautolla veron osuus on 7 665 euroa (oletuksena 140 g/km hiilidioksidipäästöt). Sähköautojen käyttövoimaverot on 1,5 senttiä päivässä 100 kilogrammaa kohden kun vastaava käyttövoima vero on 5,5 senttiä.

Käyttövoimaverot pienehköille sähköautoille on noin 80 euroa vuodessa. Ajoneuvoveron perusvero on 43,07 euroa vuodessa, joka määräytyy nollapäästöjen mukaan. Kun taas vastaavan tavallisen henkilöauton hiilidioksidipäästöt ovat 130 grammaa kilometriä kohden, on perusvero 111,69 euroa.

Kuitenkin kalliit hankintahinnat, rajalliset toimintamatkat etenkin talviolosuhteissa ja julkisten latausasemien saatavuus rajoittavat vielä sähköautojen yleistymistä Suomessa. Suomessa sähköautojen markkinointiin ei myöskään ole käytetty samanlaisia resursseja kuin muualla maailmassa. (Motiva. 2016a.)

2.3.2 Lataaminen ja latausverkosto

Sähköautojen lataukseen on tarjolla nykypäivänä kolme eri tapaa, lataustavasta riippuen akuston täyteen latautuminen kestää 15 minuutista jopa 12 tuntiin. Latausverkostoon kuuluvat koti- ja työpaikkapistokkeet, julkiset latausasemat sekä pikalatausasemat. Suurin osa lataamisesta tapahtuu kotona käyttäen joko normaalia kotitalouspistorasiaa, jolloin lataaminen on hidasta ja kestää 8–12 tuntia tai autokohtaista latausjärjestelmää, jonka avulla akusto latautuu noin 1–2 tunnissa. Pikalataustekniikalla lataaminen on kuitenkin kaikkein nopeinta, tällöin akusto latautuu 80 % varausasteeseen 15–30 minuutissa. (Motiva 2016b.)

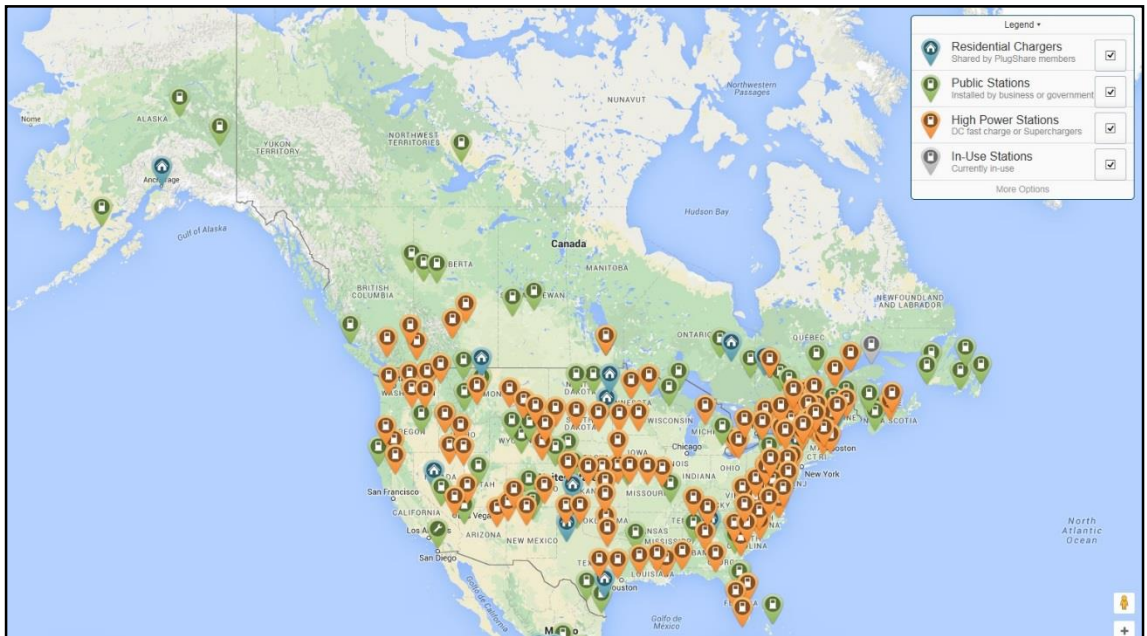
Latausverkosto kehittyy sähköautojen yleistymisen myötä. Vuonna 2012 joulukuuhun mennessä oli perustettu noin 50 000 uutta julkista latauspistettä Yhdysvaltojen, Euroopan, Japanin ja Kiinan alueille. Arvioidaan että latauspistokkeiden määrä kasvaa vuoteen 2020 mennessä jopa 12,7 miljoonaan kappaleeseen. Nykyään on jo olemassa useita palveluita jotka näyttävät latauspistokkeiden paikat ja niiden ominaisuudet. Yksi tällaisista tietokoneelle tarkoitetuista paikkatietopalveluista on www.plugshare.com, jonka sivuilta voi nähdä maailmanlaajuisesti eri latauspistokkeiden sijainnit ja minkä tasoinen latauspistoke on kyseessä. Ohessa on kuvia kyseisen palvelun sivuilta. (Recargo Inc 2016a.)

Japanin latausverkosto on yksi maailman kehittyneimmistä, sen tiiveyden ja latausasemien laadun vuoksi, lähestulkoon kaikki ovat pikalatausasemia, jotka näkyvät kartalla oransilla värillä. Kiinassa latausverkosto on huomattavasti harvempi ja se keskittyy pääasiassa suurten kaupunkien läheisyyteen (Kuvio 2).



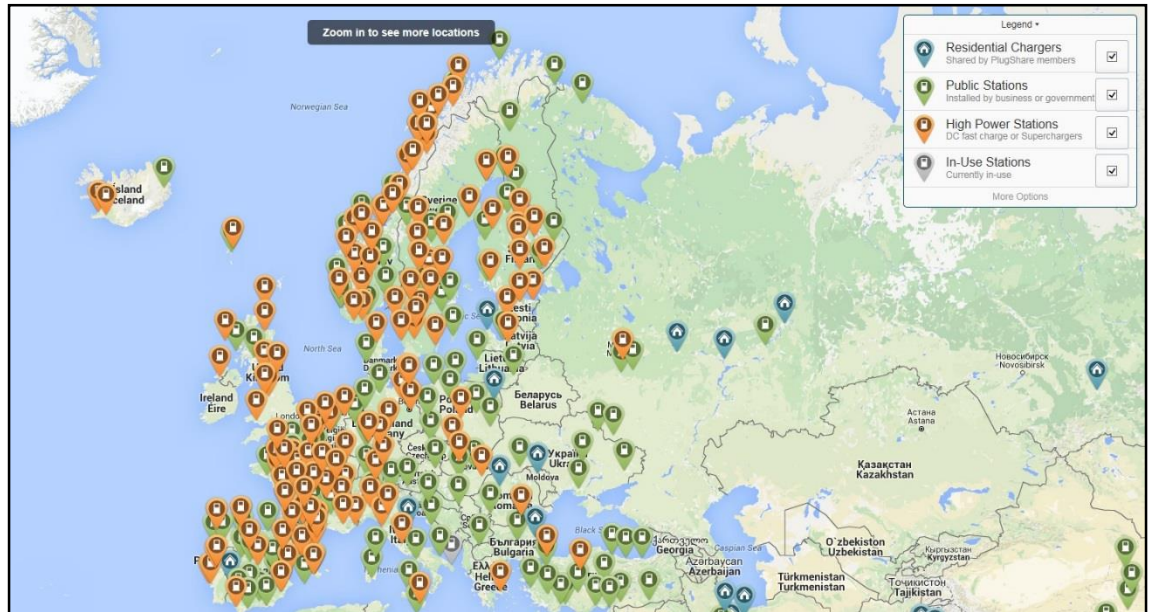
Kuvio 2. Japanin ja Kiinan latausverkosto (Recargo Inc 2016b)

Yhdysvalloissa latausverkosto on keskittynyt suurten kaupunkien ja valtaväylien läheisyyteen. Suurin osa on pikalatausasemia, mutta siellä myös paljon julkisia latausasemia (Kuvio 3).



Kuvio 3. Yhdysvaltojen latausverkosto (Recargo Inc 2016b)

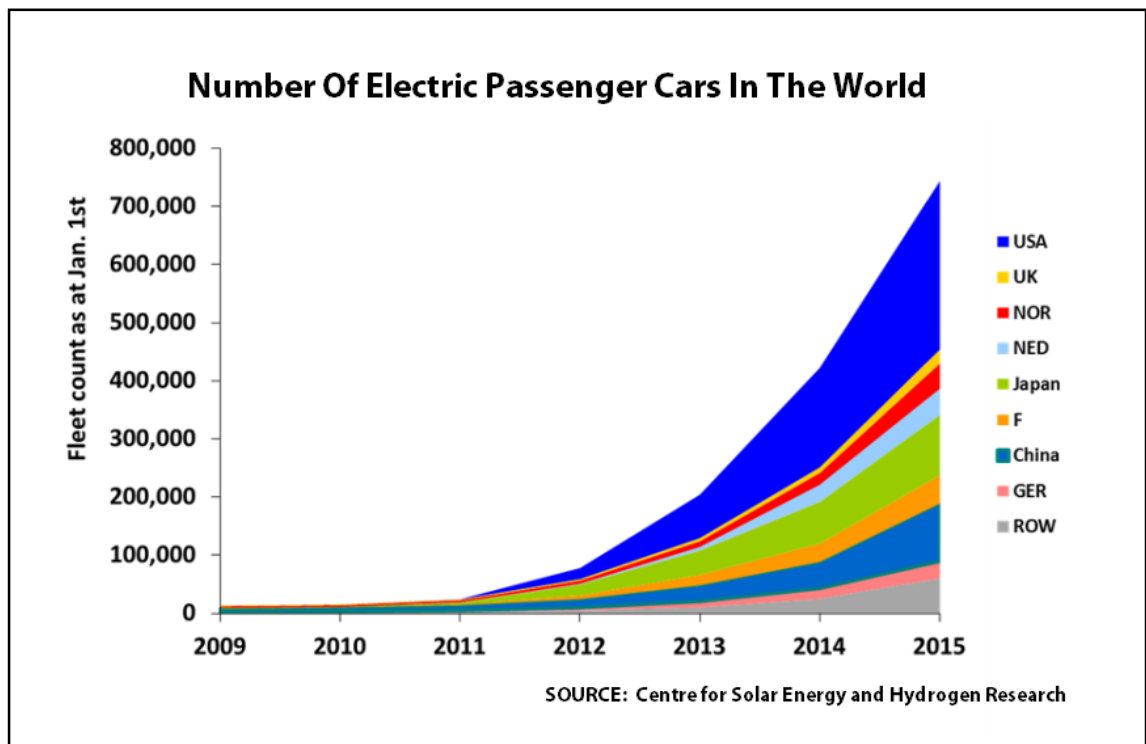
Keski-Euroopassa latausverkosto on myös tiheä, mutta harvenee itään päin mentäessä. Suomea ja Norjaa verrattaessa, Norjassa latausverkosto ylettyy pohjoiseen asti. Tämä selittyy sähköautojen suuren suosion myötä Norjassa (Kuvio 4).



Kuvio 4. Euroopan latausverkosto (Recargo Inc 2016b)

2.4 Trendit

Polttomoottorilla toimivat ajoneuvot ovat olleet hallitsevana osana liikkuksen kulttuuria jo pidemmän aikaa, vaihtoehtoisia voimanlähteitä on ollut käytettävissä jo pidemmän aikaa, mutta vasta nyt teknologia on kehittynyt sille asteelle että sähkö- ja robottiautot ovat potentiaalisia vaihtoehtoja vanhan teknologian tilalle. Useiden valmistajien sähköautoja on ollut markkinoilla jo useita vuosia ja niiden suosio kasvaa teknologian kehittymisen myötä. Akkuteknologian kehittyminen mahdollistaa autoille suuremmat toimintasäteet ja erilaisten älyominaisuuksien lisääminen lisää turvallisuutta. Sähköautojen suosio lähti kasvuun vuoden 2011 aikana, vuoteen 2015 mennessä niiden määrä on monin kymmenkertaistunut. (Kuvio 5). (Ayre 2015.)



Kuvio 5. Sähköautojen lukumäärä maailmassa. (Young 2015)

Sähköautot ja itsestään ohjautuvat älyautot ovat autoteollisuuden seuraava suuri trendi, jonka sijoittajat ovat panneet merkille. Viimevuonna liikennöintiin sijoitettiin 5,7 miljardia dollaria, joka on kaksi kertaa enemmän kuin kahden viimevuoden aikana. Sijoittajat uskovat liikennöinnin kehittymiseen lähitulevaisuudessa, joka osaltaan edistää perinteisten kulkuneuvojen syrjäyttämistä sähkö- ja robottitoimilla ajoneuvoilla. (Porter, Linse & Barasz 2015.)

Toisena kehitystä ja trendiä ohjaavana tekijänä ovat polttomoottorikäyttöisten ajoneuvojen hiilidioksidipäästöt, jotka vaikuttavat ilmastonlämpenemiseen ja samalla aiheuttavat terveydellisiä haittoja. Tämän vuoksi autovalmistajat ovat alkaneet tuoda markkinoille ympäristöystävällisempiä vaihtoehtoja kuten, sähkö- ja vetymootorilla toimivia ajoneuvoja. Euroopan Unionin tavoite oli vuonna 2012 saada uusien autojen keskimääräiset hiilidioksidipäästöt alle 130 grammaan kilometriä kohden ja vuoteen 2020 alle 95 grammaan kilometriä kohden. Ajoneuvoverotuksella pyritään ohjaamaan vihreämpien ajoneuvojen yleistymistä. (YLE Uutiset 2012.)

Turvallisuus on myös tärkeässä ja keskeisessä asemassa tulevaisuuden autojen kehityksessä. Liikenneonnettomuuksissa kuolee arviolta 1.2 miljoonaa ihmistä ympäri maailman. Itsestään ohjautuvat autot seuraavat ympäristöään, tekevät itsenäisesti päätökset ja kykenevät ohjaamaan autoa turvallisesti ilman kuljettajaa. Konsulttiyhtiö McKinsey:n tekemän tutkimuksen mukaan itseohjautuvien autojen odotetaan vähentävän liikenteessä tapahtuvien onnettomuuksien määrää jopa 90 prosenttia Yhdysvalloissa, mikä tarkoittaisi jopa 190 miljardin dollarin säästöjä terveys- sekä tapaturmakorvauksissa. (Estlander & Partners 2015.)

Kaupungistuminen ja väestönkasvu voidaan ajatella olevan myös yksi trendiä ohjaava tekijä. Ennustetaan, että vuoteen 2030 mennessä noin 60 prosenttia maapallon väestöstä asuu kaupungeissa, joissa ei ole tilaa enemmille autoille. Monissa suurkaupungeissa autoilu on jo nyt liian hidasta ja kallista. (Jokinen 2015.)

3 AUTOTEOLLISET MAAT

Tässä osiossa käsitellään suuria autoteollisia maita, jotka tunnetaan teknologian ja innovaatioiden edelläkävijöinä. Tarkoituksena oli selvittää maittain hieman niiden liikennekulttuuria, robotiikan ja digitalisaation vaikutuksia kaupunkikuvaan ja ihmisten valinnoille liikkumiseen, käytön volyymeja eli esimerkiksi selvittää sähköautojen, sähköpyörien ynnä muiden innovatiivisten kulkuneuvojen käyttöä suhteessa perinteisiin kulkuneuvoihin.

3.1 Japani

Japani on saarivaltio Tyynessämeressä Itä-Aasiassa. Se sijaitsee Kiinan, Korean niemimaan ja Venäjän itäpuolella, ulottuen pohjoisesta Ohotanmereltä etelään Itä-Kiinan merelle. Japanissa on yksi maailman tehokkaimmista ja laajimmista julkisen liikenteenverkostosta, erityisesti metropolialueilla ja isojen kaupunkien väleillä. Japanin julkinen liikenne on luokiteltu täsmälliseksi, hyvän palvelun omaavaksi, ja se tavoittaa suuren käyttäjämäärän sen tehokkuuden ja järjestäytyneisyyden vuoksi.

3.1.1 Sähköautot

Japani on maailman kolmanneksi suurin sähköautojen maa heti Yhdysvaltojen ja Kiinan ohella. Vuodesta 2009 vuoteen 2015 Japanissa on myyty yli 121 000 sähkökäyttöistä ajoneuvoa. Ensimmäinen saatavilla oleva sähköauto Japanin markkinoilla oli Mitsubishi i-MiEV, joka julkaistiin vuonna 2009, jonka jälkeen sähköautomarkkinat alkoivat kasvamaan. (Shahan 2015.)

Nykyään parhaiten myyvä sähköauto Japanissa on Nissan Leaf, jota on myyty noin 50 000 kappaletta (Taulukko 1). Pistokehybridit (plug-in hybrid) ovat kuitenkin vielä täyssähköautoja suositumpi vaihtoehto. Markkinatutkimusyhtiö Fuji Keizain mukaan hybridiautomarkkinoiden odotetaan kasvavan 1,94 miljoonalla kappaleella vuoteen 2030 mennessä. Sähkö- ja hybridiautomarkkinoiden odotetaan kasvavan 13,64 miljoonaan kappaleeseen (Shahan 2014b.)

Taulukko 1. Japanissa parhaiten myyneet sähkökäyttöiset ajoneuvot vuodesta 2009 vuoteen 2014.

Malli	Tyyppi	Markkinoille	Myynnin määrä kpl
Nissan Leaf	täyssähkö	joulukuu 2010	48 641
Mitsubishi Out-lander P-HEV	plug-in hybridi	tammikuu 2013	19 672
Toyota Prius PHV	plug-in hybridi	tammikuu 2012	19 100
Mitsubishi i-MiEV	täyssähkö	heinäkuu 2009	10 423
Mitsubishi mini-cab MiEV van	täyssähkö	joulukuu 2011	5 560
Mitsubishi mini-cab MiEV truck	täyssähkö	tammikuu 2013	731
Bmw i3	täyssähkö	2014	+ 400

Vuonna 2013 sähkökäyttöisten ajoneuvojen osuus kaikista myydyistä ajoneuvoista oli 0,94 prosenttia. Tällä luvulla Japani sijoittui neljänneksi Norjan ollessa kärjessä 6,1 prosentin lukemallaan. Tästä voimme päätellä, että polttomoottori-käyttöisillä ajoneuvoilla on vielä hallitseva asema autoteollisuudessa.

(Shahan, Z. 2014b.)

3.1.2 Sähköpyörät

Pyörät ovat yleinen liikkumismuoto kaikissa ikäryhmissä. Normaalit polkupyörät ovat vielä yleisimpiä turistien ja paikallisten keskuudessa ja niitä saakin vuokratua käyttöönsä helposti esimerkiksi juna- ja bussiasemien läheisyydestä. Kehittyneemmät mallit, kuten sähköavusteiset polkupyörät ovat kuitenkin yleistymässä. Japanin tiivis yhdyskuntarakenne mahdollistaa ja ennustaa sähköpyörien- ja skoottereiden käytön yleistymisen kaupunkialueilla. Yhtenä syynä voidaan pitää

myös niiden hyvää suorituskkyä, saasteettomuutta sekä ennen kaikkea edullisuutta autoihin verrattuna. (Johanson3. 2015.)

Aasian markkinoilla sähköpyörät ovat yleisempiä verrattuna muihin maihin, pelkästään Japanissa myytiin yhden vuoden aikana 440 000 sähköpyörää. Sähköpyörät ovatkin vakiintuneet markkinoille noin 300 000 kappaleen vuosittaisella myynnillä. (Allianz SE 2015, 1.)

Japanissa sähköpyörät ovat polkuavusteisia, joiden huippunopeus on rajoitettu 28 kilometriin tunnissa. Suuremmilla nopeuksilla pyörä tarvitsee vakuutukset ja rekisterikilvet ja käyttäjällä tulee olla kypärä. Tällöin se luokitellaan sähköskootteriksi, jotka ovat kalliimpia kuin sähköpyörät. Japanissa hybridikulkuneuvoille on tiukat säännökset, joiden mukaan esimerkiksi sähköpyörien moottorien teknologia ei saa olla samanlainen kuin sähköskoottereissa, vaan sen täytyy pysyä polkemista avustavana järjestelmänä. (Johanson3. 2015)

3.1.3 Itsestään ohjautuvat autot

Japanin pyrkimyksenä on nopeuttaa robottiautojen tuleamista katukuvaan. Hallitus on varannut itsestään ohjautuvien autojen tutkimukseen ja kehittämiseen 16.3 miljoonaa dollaria. Japanin liikenneministeriö pyrkii yleistämään robottiautot ja – taksit ennen Tokiossa järjestettäviä kesäolympialaisia, joiden aikana Japani saa mahdollisuuden esitellä heidän edistynyttä teknologiaansa muiden maiden medioissa. (Boyd 2015.)

Yhtenä teknologian kehittämisen kiihdyttävänä tekijänä on myös väestön ikääntyminen. Eliniän pidentymisen ja syntyvyyden laskun vuoksi yli 65 vuotiaiden määrä nousee 40 prosenttiin vuoteen 2060 mennessä. Liikenneonnettomuudet, joissa osallisena ovat vanhemmat henkilöt, ovat kasvussa, joten noin 30 prosenttia myydyistä ajoneuvoista on varustettu kuljettajaa avustavilla järjestelmillä, kuten törmäyksenestoavustimella. Liikenneonnettomuuksien vähenemisen lisäksi tavoitteena on pitää iäkkäämmät ihmiset pidempään työkykyisinä ja itsenäisinä. (Ma, J., Horie, M & Hagiwara, Y. 2015.)

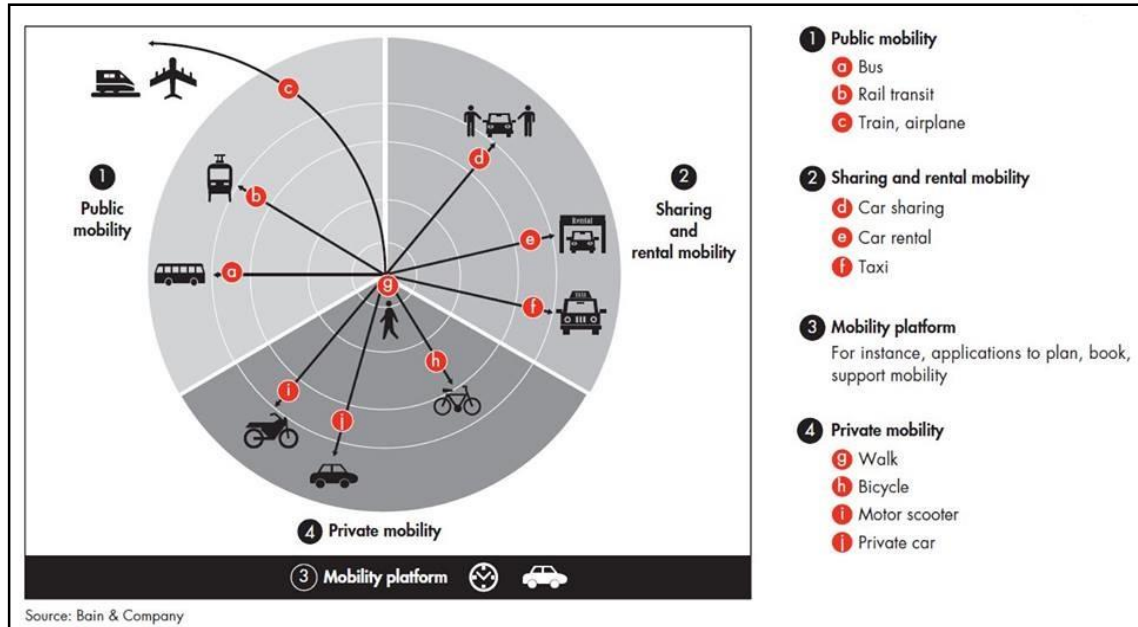
Japanin lainsäädännössä ei ole vielä mainintaa itsestään ohjautuvista autoista julkisessa liikenteessä. Kysymyksenä onkin, että haluavatko ihmiset siirtyä käyttämään robottiautoja kasvavien kustannusten ja ajonautinnon häviämisen vuoksi. Kimura arvioi, että vuoteen 2020 mennessä robottiautoja voi nähdä rajoitetuilla reiteillä Japanissa. Kyseisen teknologian testaaminen on alkanut Fujisawan kaupungissa lähellä Tokiota vuoden 2016 ensimmäisen kvartaalin aikana. Noin 50 asukkaalle on mahdollistettu kuljetus robottitaksilla kodin ja supermarketin välille noin kolmen kilometrin matkalle. Takseilla pystytään kuljettamaan asiakas hätätilanteen sattuessa myös ensiapuun. Mikäli kyseinen testi osoittautuu menestykseksi, kyseisiä takseja voitaisiin käyttää myös Tokion kesäolympialaisissa. (Boyd, J. 2015)

3.2 Kiina

Kiina on maa Itä-Aasiassa, joka on noin 1.4 miljardilla asukkaallaan väkiluvultaan maailman suurin maa. Nopea kaupungistuminen, heikkenevät ajo-olosuhteet ja lisääntyvät ilmansaasteet ovat Kiinan kehittyvässä ja kasvavassa liikennekulttuurissa ongelmia joihin hallitus hakee ratkaisuja tiukentamalla polttomoottorikäyttöisten ajoneuvojen lainsäädäntöä ekologisempaan suuntaan, samalla kehittämällä julkisen liikenteen verkostoa, käyttömukavuutta ja luotettavuutta luoden samalla pohjaa uusille liikkumisen innovaatioille kuten hybridi- ja sähköautoille. Myös uusien teknologioiden, kuten erilaisten yhteiskäyttöajoneuvoihin liittyvien puhelinsovellusten avulla pyritään vähentämään omistusautojen lukumäärää liikenteessä. (Tsang & Boutot 2015, 1-2)

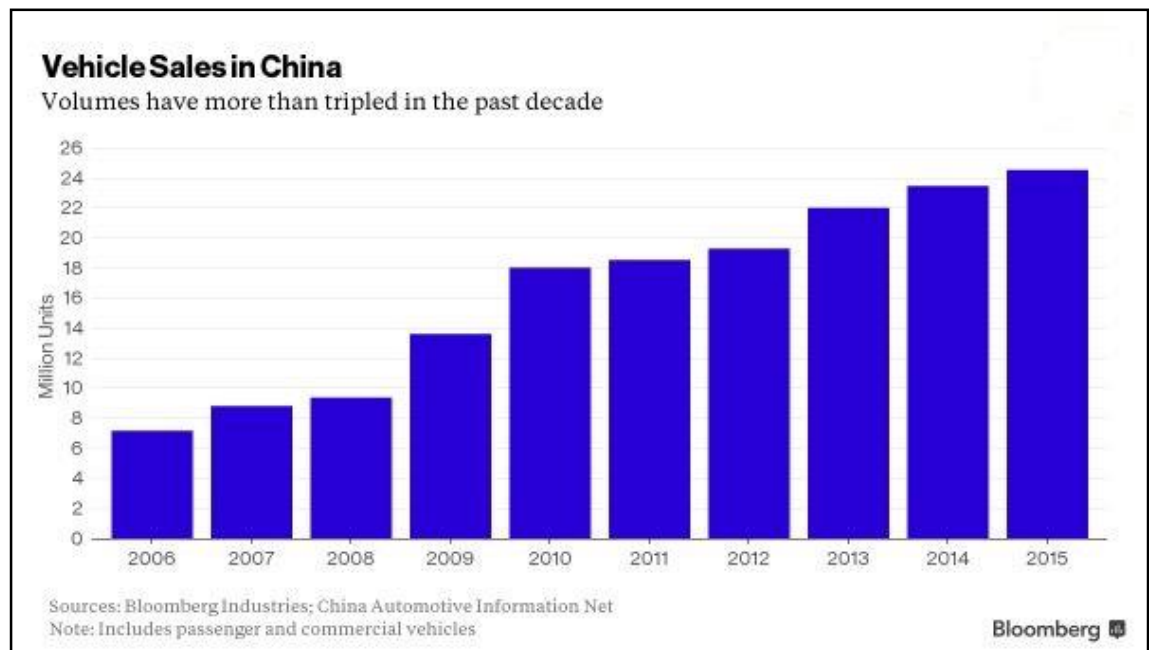
Kuviosta 6 käy ilmi Kiinan liikennöinnin tavat. Kohta yksi käsittää julkisen liikenteen, kuten linja-autot, metrot ja raitiovaunut sekä junat ja lentokoneet. Näitä kuluneuvoja käytetään keskipitkille ja pitkille matkoille. Kohdassa kaksi käsitellään vuokrattavat- ja yhteiskäyttöajoneuvot sekä taksit, joita käytetään keskipitkille matkoille. Kohta kolme käsittää sovellukset joiden kautta voidaan suunnitella ja

varata matkustukseen käytettäviä ajoneuvoja. Viimeinen kohta käsittää yksityisenliikennöinnin eli kävelyn, pyöräilyn, skootterit ja autot, joita käytetään lyhimille ja keskipitkille matkoille.



Kuvio 6. Kiinan kaupunkiliikenteen jakauma (Tsang & Boutot 2015)

Ilmansaasteet ja ympäristön pilaantuminen ovat nousseet Kiinassa vakaviksi ongelmiksi elintason nousun myötä. Pelkästään Pekingissä on pyritty parantamaan ilmanlaatua sulkemalla 300 vanhentuneeseen teknologiaan perustuvaa tehdasta ja poistamalla 200 000 vanhaa ajoneuvoa liikenteestä. Pekingin tiede- ja teknologiakomission tavoitteena on saada pääkaupungin liikenteeseen vuoteen 2017 mennessä 200 000 sähköautoa. (Aulio 2015.) Kuten monessa muussakin maassa autot ovat edelleen kiinalaisille eräänlaisia statussymboleita ja monet eurooppalaiset merkit ovat haluttuja. Kiinassa myytyjen ajoneuvojen määrä on kolminkertaistunut viimeisen vuosikymmenen aikana (Kuvio 7). (Aulio 2014.)



Kuvio 7. Kiinassa myytyjen ajoneuvojen määrät vuosina 2006–2015. (Bloomberg 2016)

3.2.1 Sähköautot

Kiinasta on tullut yksi maailman johtavista hybridi- ja sähköautojen tuottajista sekä käyttäjistä. Kesäkuussa 2012 Kiinan valtioneuvosto julkaisi energiaa kehittävä suunnitelman, joka piti sisällään vuoden sähköautojen myyntitavoitteet vuosille 2015–2020. Vuonna 2015 tavoitteena oli myydä 500 000 sähkö- ja hybridikäyttöistä ajoneuvoa ja kaiken kaikkiaan 5 miljoonaa vuoteen 2020 mennessä. Kuitenkin vuoden 2015 myynneissä Kiina jäi alle tavoitteensa. (China economic 2013.) Kiinan sähköautomarkkinoita hallitsevat kiinalaiset automerkit (Taulukko 2).

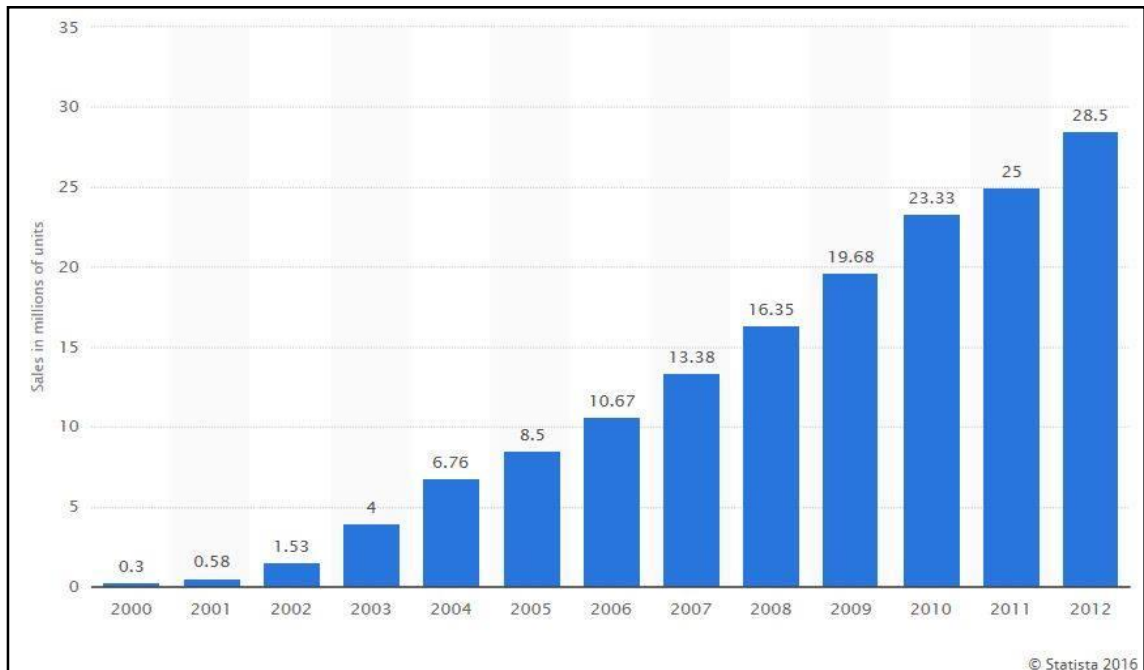
Taulukko 2. Kiinassa seitsemän parhaiten myynyttä sähkökäyttöistä ajoneuvoa vuodesta 2011 vuoteen 2015.

Malli	Tyyppi	Markkinoille	Myyntin määrä kpl
BYD Qin	plug-in hybridi	2013	41 045
BAIC E150/160/200 EV	täyssähkö	2012	18 585
Chery QQ3 EV	täyssähkö	2011	16 247
Kandi EV	täyssähkö	2014	14 398
Zotye Zhidou E20	täyssähkö	2014	13 298
BYD e6	täyssähkö	2011	11 150
JAC J3/iEV	täyssähkö	2011	8 970

Vuoden 2012 aikana sähkö- ja hybridiajoneuvojen osuus kaikista uusista myydyistä ajoneuvoista oli 0.07 prosenttia. Vuonna 2013 Kiinassa myytiin lähes 22 miljoonaa uutta ajoneuvoa, joista 0.08 prosenttia oli sähkö- ja hybridiajoneuvoja. Tällä aikavälillä kyseisten ajoneuvojen myynti kasvoi 37.9 prosentilla. (ChinaAutoWeb 2016.)

3.2.2 Sähköpyörät

Kiina on sähköpyörien johtava tuottaja sekä kuluttaja maa. Vuonna 1991 Kiinan hallitus teki sähköpyöriä koskevan kehityssuunnitelman ja alkoi rajoittamaan polttomootoreilla toimivien moottoripyörien ja skoottereiden käyttöä keskusta-alueilla ja pääteillä seuraavien vuosien aikana. Näillä päätöksillä pyrittiin vaikuttamaan turvallisuus ja päästö ongelmiin. Kiinassa sähköpyörät alkoivat yleistymään räjähdysmäisesti vuoden 2000 alussa, jonka jälkeen myyntin määrät ovat olleet tasaisessa kasvussa (Kuvio 9). (Perrot 2015.)



Kuvio 9. Kiinassa myydyt sähköpyörät vuodesta 2000 vuoteen 2012. (Statista 2016c)

Kuviosta 9 nähdään sähköpyörien myynnin kehitys Kiinassa. Vuonna 2002 kiinalaiset polkupyörävalmistajat rikkoivat miljoonan rajapyykin myytyjen sähköpyörien kohdalla. Tästä eteenpäin myynti on kasvanut asteittain ja vuonna 2006 myytiinkin jo yli 10 miljoonaa sähköpyörää valtakunnallisesti. Tästä kuusi vuotta eteenpäin niin myynti oli kasvanut yli 2.5 kertaisesti. Nykyään Kiinassa on jo yli 200 miljoonaa sähköpyörää. INSG:n tekemän sähköpyörätutkimuksen mukaan Kiinassa on nykyisin enemmän sähköpyöriä kuin henkilöautoja. Kiina dominoi kansainvälisiä sähköpyörämarkkinoita, arvioiden mukaan noin 85 prosenttia kaikista valmistetuista s-pyöristä myydään Kiinassa. (INSG Insight 2014a, 2.)

3.2.3 Itsestään ohjautuvat autot

Kiinassa itsestään ohjautuvia autoja kehittää ja testaa Baidu, joka on kiinalainen vastine Googlelle. Baidu on työskennellyt kyseisen teknologian kanssa muutamman vuoden ja julkaisi vuonna 2014 yhteistyösopimuksen BMW:n kanssa. Baidun varatoimitusjohtaja Wang Jin mukaan yhtiö julkaisee yhteistyössä BMW:n kanssa itsestään ohjautuvia autoja kymmeneen kiinalaiseen kaupunkiin vuoteen

2019 mennessä ja tätä ennen autoja testataan suljetuilla alueilla vuoden 2016 aikana. (Bloomberg 2016.)

Baidun tavoitteena on saada myös linja-autot toimimaan samalla teknologialla ja niitä on testattu Zhengzhoun kaupungissa, jossa linja-auto kuljetti matkustajia 32 kilometrin reitillä. Baidu on alkanut tekemään myös yhteistyötä Kiinan johtavan sähköautovalmistaja BYD:n kanssa kehittämällä heidän kanssaan kuljettajaa avustavia järjestelmiä, joka ei varsinaisesti tarkoita robottiautoja vaan järjestelmiä joita voidaan pitää erilaisina kehitysaskelina kohti itsestään ohjautuvia autoja. (Spring 2015; Yutong 2015.)

3.3 Yhdysvallat

Amerikan Yhdysvallat on pääosin Pohjois-Amerikan keskiosassa sijaitseva perustuslaillinen liittovaltio, joka koostuu 50 osavaltiosta ja yhdestä liittovaltion hallinnollisesta piirikunnasta sekä useista erillisalueista. Yhdysvallat on sekä pinta-alaltaan että väkiluvultaan maailman kolmanneksi suurin maa. Autot ovat vaikuttaneet merkittävästi kaupungistumiseen ja se toimii useimpien pääasiallisena kuluneuvona. USA:n henkilöautomarkkinat ovatkin maailman toiseksi suurimmat Kiinan jälkeen. Vuonna 2013 Yhdysvalloilla oli arviolta 256 miljoonaa rekisteröityä henkilöautoa (Statista. 2016a). Maa tunnetaan erityisesti Interstate Highway –järjestelmästä, joka yhdistää eri osavaltioiden tärkeimmät kaupungit. Järjestelmän pisin reitti on Seattlesta Bostoniin, joka on 4 860 kilometriä pitkä. (Federal Highway Administration 2015.)

Autojen lisäksi matkustajaliikennettä hoitaa Amtrak eli National Railroad Passenger Corporation sekä linja-autot ja monissa suurissa kaupungeissa on myös lähijunaliikennettä. Rautateitä käytetään pääasiassa rahtiliikenteeseen ja matkustajaliikennettä on asukaslukuun nähden vähän. New Yorkin metro on yksi maailman käytetyimmistä maanalaisista liikenneverkostoista. (NRI Online Pvt 2012.)

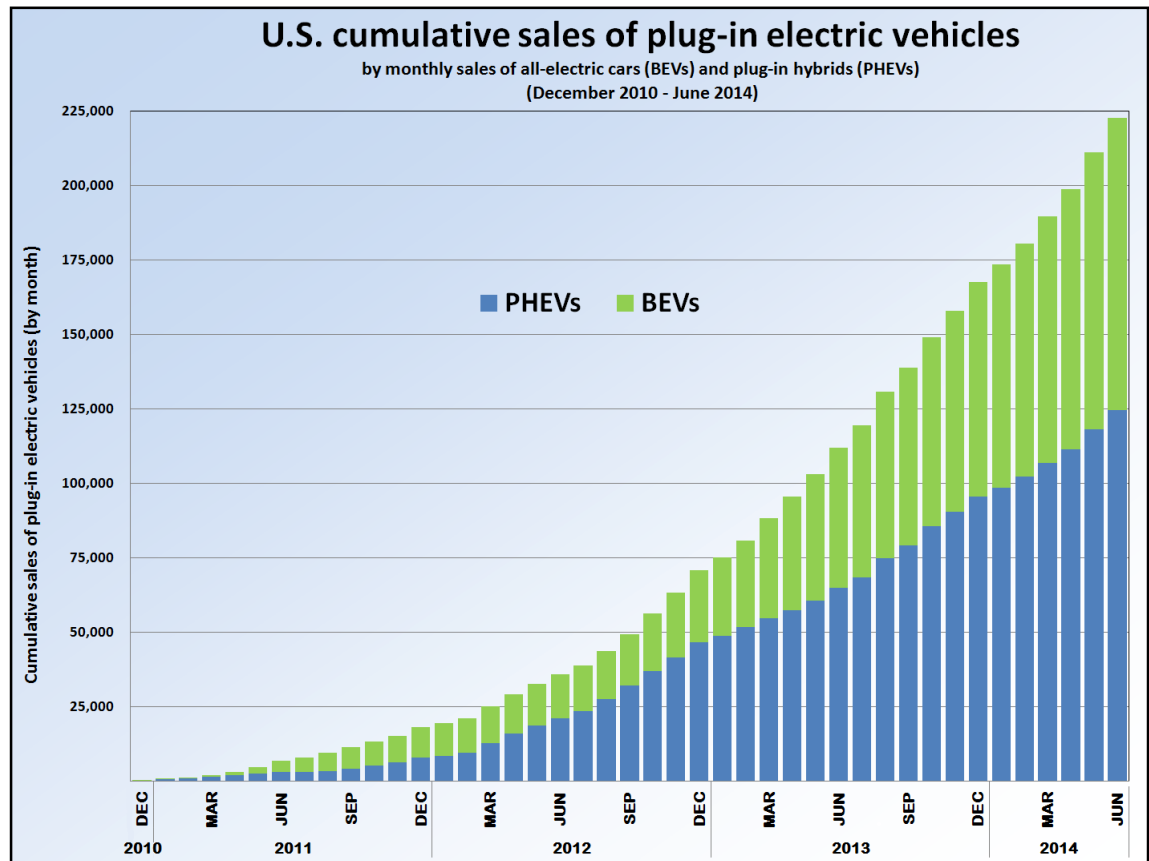
3.3.1 Sähköautot

Presidentti Barack Obama asetti vuonna 2008 tavoitteen, että Yhdysvalloista tulee ensimmäinen maa, jolla on miljoona sähköautoa liikenteessä vuoteen 2015 mennessä. Obama lupasikin 2,4 miljardia dollaria liittovaltion avustuksia kehittämään ja tukemaan seuraavan sukupolven sähköautoja ja akkuja. Maaliskuussa 2012 Obama käynnisti EV Everywhere Challenge, jonka tavoitteena on hakea ratkaisua Yhdysvaltojen suurimpiin energiankäyttö haasteisiin ja pyrkiä tuottamaan puhtaan energian teknologiaa valtaväestön käytettäväksi.

(Silke Carty 2010.)

Tammikuussa 2013 Yhdysvaltain hallituksen energiaosasto julkaisi EV Everywhere Grand Challenge toimintasuunnitelman, joka asetti neljä päätavoitetta sähkökäyttöisten ajoneuvojen kehittämiseksi, joita ovat akkujen tutkimus- ja kehittämistoiminta, sähköisten ajojärjestelmien tutkimus- ja kehittämistoiminta johon kuuluu ajoneuvojen keventäminen ja järjestelmiä joilla pyritään kontrolloimaan autojen vaikutusta ilmastonlämpenemiseen. (US Department of Energy 2013, 3.)

Yhdysvalloissa on myyty noin 410 000 täyssähkö- ja hybridiajoneuvoa kokonaisuudessaan vuodesta 2008 lähtien. Kaliforniassa myytiin 173 811 sähkökäyttöistä ajoneuvoa (Kuvion 10) osoittamalla ajanjaksolla, näin ollen lähes joka toinen sähkökäyttöinen ajoneuvo myytiin Kaliforniaan. Vuoden 2011 ja 2012 välisenä aikana myynnin määrä kasvoi 17 800:sta 53 200 kappaleeseen. Vuoteen 2014 Yhdysvalloissa oli myyty 250 000 sähkökäyttöistä ajoneuvoa. InsiderEVs:n tekemän tutkimuksen mukaan Yhdysvalloissa myytiin arviolta 120 000 sähkökäyttöistä ajoneuvoa vuonna 2014 joka oli 23 prosenttia parempi tulos kuin edellisenä vuonna ja vuoteen 2012 verrattuna kasvua oli tapahtunut 128 prosenttia. Vaikka kyseisten ajoneuvojen myynti on kasvanut vuosi vuodelta, niin niiden prosentuaalinen määrä kaikista Yhdysvalloissa vuonna 2014 myydystä 16.5 miljoonasta ajoneuvosta oli alle yhden prosentin. (Geier 2015.)



Kuvio 10. Hybridi- ja sähköautojen kumulatiivisen myynnin määrän kuukausittain tammikuusta 2010 kesäkuuhun 2014. (Hodge 2014)

Yhdysvalloissa myyntilistojen kärkeä hallitsee Nissan Leaf noin 90 000 myydyllä kappaleella. Toisella sijalla on Chevrolet Volt hieman alle 90 000 myydyllä kappaleella. Yhdysvalloissa sähköautomarkkinat ovat jakautuneet suhteellisen tasaisesti tuontiautojen ja kotimaisten merkkien kesken (Taulukko 3).

Taulukko 3. Yhdysvalloissa seitsemän parhaiten myynyttä sähkökäyttöistä ajoneuvoa vuodesta 2010 vuoteen 2015.

Malli	Tyyppi	Markkinoille	Myynnin määrä kpl
Nissan Leaf	täyssähkö	2010	89 591
Chevrolet Volt	hybridi	2010	88 750
Tesla Model S	täyssähkö	2012	63 161
Toyota Prius PHV	hybridi	2012	42 293
Ford Fusion Energi	hybridi	2013	27 389
Ford C-Max Energi	hybridi	2012	25 552
BMW i3	täyssähkö	2014	17 116

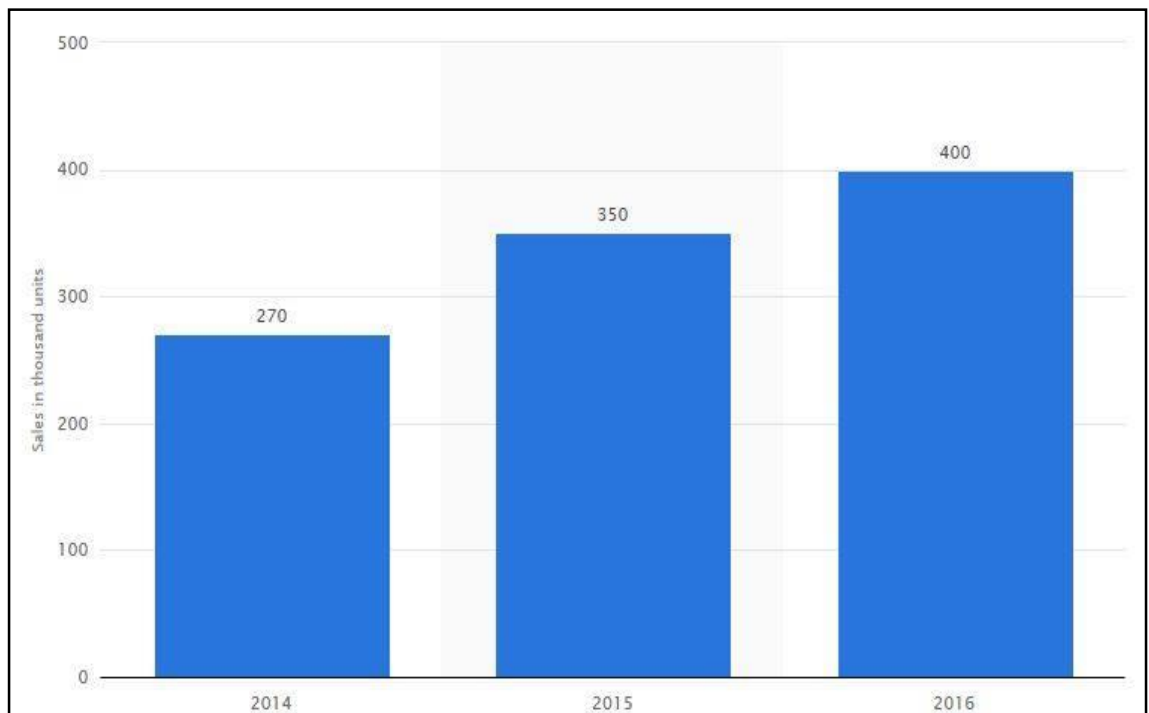
Vuonna 2013 sähkökäyttöisten ajoneuvojen osuus kaikista myydyistä ajoneuvoista oli 0.6 prosenttia. Tällä luvulla Yhdysvallat sijoittuivat kärki kymmenikköön kyseisellä listalla. (Shahan 2014a.)

3.3.2 Sähköpyörät

Sähköpyörät eivät ole saavuttaneet Yhdysvalloissa suurtakaan suosiota verrattuna esimerkiksi Kiinaan tai Eurooppaan. Useimmat eivät ole tutustuneet kyseiseen tekniikkaan tai heillä on harhaluuloja niitä kohtaan, sekoittaen ne skootteihin ja mopoihin. Niin kauan kuin ihmisillä on kyseisiä harhakuva, niin he eivät kykene huomaamaan sähköpyörien tarjoamia etuja. (Rieland 2012.)

Bikes Worldwide Reportin (EWBR) mukaan Yhdysvalloissa myytiin arviolta 185 000 sähkökäyttöistä polkupyörää vuonna 2013. EWBR korostaa, että vuodesta 2012 myynnin määrässä kasvua oli tapahtunut 80 prosenttia. On ennustettu, että sähköpyörien määrä kasvaa 400 000 kappaleeseen vuoden 2016 aikana (Kuvio 11). Sähköpyörät maksavat Yhdysvalloissa noin 1 000 dollarista 3 500 dollariin. Kehittyneempien mallien hinnat ovat jopa 5 000–10 000 dollarissa.

Hinnat vaikuttavat siis osaltaan myös sähköpyörien yleistymiseen. (INSG Insight 2014b, 5)



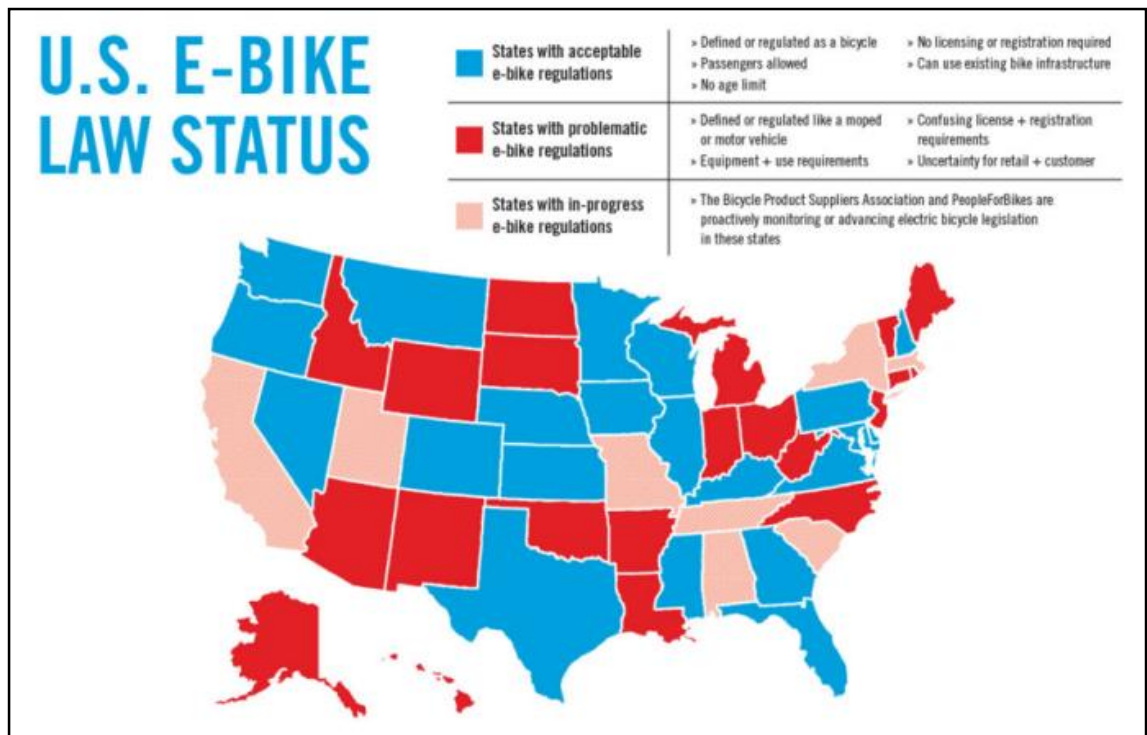
Kuvio 11. Sähköpyörien arvioitu myynnin määrän kehitys vuodesta 2014 vuoteen 2016. (Statista 2016b)

Sähkökäyttöiset polkupyörät määritellään Yhdysvalloissa kevyisiin ajoneuvoihin, näissä pyörissä sähkömoottori toimii joko polkemista avustavana järjestelmänä tai pyörä kulkee kokonaan sähkömoottorin voimin. Yhdysvaltojen laissa määritellään, että sähköavusteisen pyörän huippunopeus ei saa olla enempää kuin 32 kilometriä tunnissa ja moottorin teho saa olla maksimissaan 750 wattia eli 1 hevosvoima. Mikäli sähköpyörä täyttää nämä vaatimukset, niin se lasketaan lain mukaan polkupyöräksi ja näin ollen sitä ei tarvitse rekisteröidä tai vakuuttaa. (Ridekick 2015).

Sähköpyörät joiden huippunopeus on enemmän kuin 32 kilometriä tunnissa tai joissa moottori on tehokkaampi kuin 1 hevosvoima lasketaan moottoriajoneuvoiksi, jotka täytyy vakuuttaa ja rekisteröidä osavaltion lakien mukaisesti. Yhdysvalloissa eri osavaltioiden ja kaupunkien välillä sähköpyöriä koskevat säännökset ovat erilaisia ja ristiriidassa keskenään. Esimerkiksi Alabamassa sähköpyörät

luokitellaan moottoripyöriksi, joilla ei ole rajoitettua huippunopeutta ja suurin moottorin tilavuus on 150 cc. Vastaavasti esimerkiksi Kaliforniassa ne luokitellaan polkupyöriksi, joiden rajoitettu nopeus on 32 km/h ja suurin sallittu teho on 750 W. (Ridekick 2015).

Karttaan on merkitty sinisellä värillä osavaltiot, joissa sähköpyörät luokitellaan polkupyöriksi. Punaisella värillä merkityissä osavaltioissa sähköpyörät luokitellaan moottorikäyttöisiksi ajoneuvoiksi. Muissa osavaltioissa sähköpyöriä koskevia säännöksiä kehitetään edelleen (Kuvio 12).



Kuvio 12. Yhdysvaltojen sähköpyörien lait osavaltioittain (Electric bike report 2016)

3.3.3 Itsestään ohjautuvat autot

Yhdysvalloissa itsestään ohjautuvat autot ovat laillisia, koska niiden käytön rajoituksia ei ole määritelty laissa. Liikenneministeri Anthony Fox on ilmoittanut, että Yhdysvaltojen liikenneministeriö valmistelee kesäkuuhun 2016 mennessä kattavat säännökset itsestään ohjautuvien autojen testauksesta ja niistä koskevista

lainsäädännöistä, jotka ovat ristiriitaisia ja epäselviä. Esimerkiksi Nevadassa vaaditaan kuljettajalle erityistä ajokorttia ja auton rekisteröintiä jotta itsestään ohjautuvia autoja saa käyttää, tämä laki koskee kuitenkin vain Nevadan osavaltion sisällä myytyjä ajoneuvoja. (Davies 2015; Snavely & Bomey 2016.)

Floridan lain mukaan valtio ei saa kieltää tai erikseen säädellä autojen testausta tai teknologian kehittämistä. Kaliforniassa tekniikkaa saa testata julkisessa liikenteessä mutta autot eivät ole sallittuja kuluttajien käyttöön. New Yorkin osavaltiossa on taas laki, jonka mukaan kuljettajalla tulee olla vähintään toinen käsi ohjauspyörässä koko ajan, mutta se ei tarkoita että auto ei voisi ohjata itse itseään. (Davies 2015; Snavely & Bomey 2016)

Obaman hallitus on ehdottanut 10 vuoden ja neljän miljardin kehitysrahaa kehittämään itsestään ohjautuvia autoja, toivoen että liikennekuolemat saadaan eliminoitua tulevaisuudessa. Päättäjät ovat myös rohkaisseet autovalmistajia testamaan autojaan. The National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) on harkinnut poikkeuslupien antamista autovalmistajille, jotta Yhdysvalloissa voitaisiin testata jopa 2 500 itsestään ohjautuvaa autoa julkisessa liikenteessä. Myös Yhdysvaltain liikenneministeriö on kiinnostunut itsestään ohjautuvien autojen tuomista turvallisuuseduista, Yhdysvalloissa tapahtuu vuosittain yli 30 000 ihmisen aiheuttamia kuolemaan johtavia liikenneonnettomuuksia. (Snavely & Bomey 2016.)

Yhdysvalloissa johtavana robottiautojen teknologian kehittäjänä toimii Google, joka tekee yhteistyötä usean eri autovalmistajan kanssa. Googlen itsestään ohjautuvalla teknologialla on varusteltu mm. Toyotia, Audeja, Lexuksia. Google kehittää myös omaa ajoneuvoa. Myös sähköautoja valmistavalla Teslalla on autoissaan kuljettajia avustavia järjestelmiä ja he pyrkivät kehittämään robottitekniologiaa autoihinsa kilpaillakseen Googlen ja muiden hallitsevien tuotemerkkien kanssa. (Lavrinc 2012; Anthony 2016.)

Yhdysvalloissa on meneillään itsestään ohjautuvien autojen pilottijakso, joka alkoi vuonna 2015 kymmenessä eri USA:n kaupungissa, ensimmäisten joukossa

olivat mm. Tampa ja Florida. Vuoden 2017 loppuun mennessä autoja on tarkoitus testata 30 eri kaupungissa (Kuvio 13). Autojen testaaminen suoritetaan pääasiassa kampusalueilla, teemapuistoissa, lentokentillä ja kaupunkikeskustojen alueilla. Tarkoituksena on testata usean kokoluokan ajoneuvoja, kaksipaikkaisista autoista linja-autoihin. Automatisoitujen liikennejärjestelmien strategi Corey Clothierin mukaan pilottijakson tavoitteena on kerätä dataa helpottaakseen itsestään ohjautuvien autojen koskevien lakien määrittämisessä. (Zolfagharifard 2015.)



Kuvio 13. Karttaan on merkitty punaisella osavaltiot, jotka ovat julkisesti hyväksyneet pilottiohjelman. (Zolfagharifard 2015)

3.4 Saksa

Saksa on Keski-Euroopan runsasväkisin valtio 81,5 miljoonalla asukkaallaan ja yksi maailman johtavista teollisuusmaista. Saksa on liittotasavalta, ja se koostuu 16 eri osavaltiosta. Maan pääkaupunki ja samalla runsasväkisin kaupunki on Berliini. Samoin kuin yhdysvaltalaiset, saksalaiset tunnetaan rakkaudesta autoihin, joita on maassa paljon ja siitä onkin koitunut suurkaupungeille ongelma. Parkkipaikkoja on usein liian vähän ja lisäksi vanhojen kaupunkien kapeat kadut aiheuttavat pysäköinnin kannalta ongelmia. Saksassa onkin haettu ratkaisuja pysäköintiongelmiin rakentamalla automatisoituja pysäköintihalleja, joiden on todettu ole-

van kustannustehokkain tapa pysäköintiongelmiin, koska silloin ei tarvitse suunnitella eikä rakentaa hissejä, ajoramppeja, porraskäytäviä, valaistuksia taikka ilmanvaihtoa. (Kable 2016.)

Maan sisäisessä liikkumisessa toimii yksi Euroopan tehokkaimmista joukkoliikennejärjestelmistä. Junat ovat nopeita ja ekologisista, rautatiet ovat tärkeä osa kuljetusverkkoa varsinkin tiheään asutuissa osissa Saksaa. Myös linja-auto verkostot ovat kattavia ja paljon käytettyjä. Opiskelijoiden keskuudessa suosittuja liikkumistapoja ovat myös pyörät ja ”car-sharing”. Polkupyörä on nopein tapa liikkua kaupungissa ja useissa kaupungeissa onkin vain polkupyörille tarkoitettuja reittejä. ”Car-Sharingin” idea on yksinkertainen; kuljettaja tarjoaa kyytiä samaan suuntaan meneville ja polttoainekustannukset jaetaan matkustajien kesken. (Mann 2014)

Saksan liikenneministeriöllä on meneillä ”Modellregionen Elektromobilität in Deutschland” hanke joka sijoittuu kahdeksan eri kaupungin alueille, se aloitettiin vuonna 2009 ja siihen sijoitettiin 115 miljoonaa euroa kahden vuoden ajalle. Lisätukea vuoteen 2020 asti on odotettavissa. Hankkeella pyritään tuomaan sähkökäyttöisiä ajoneuvoja tutuiksi kuluttajille ja samalla kehitetään Saksan asemaa sähköajoneuvomarkkinoilla. Puolissa näistä kahdeksasta kaupungista on suunniteltu sähköavusteisiin pyöriin liittyviä aktiviteetteja, Berliinissä Potsdamin kaupunginosassa otetaan käyttöön palvelu, josta sähköpyöriä pystytään vuokraamaan. (Roetynck 2010, 22)

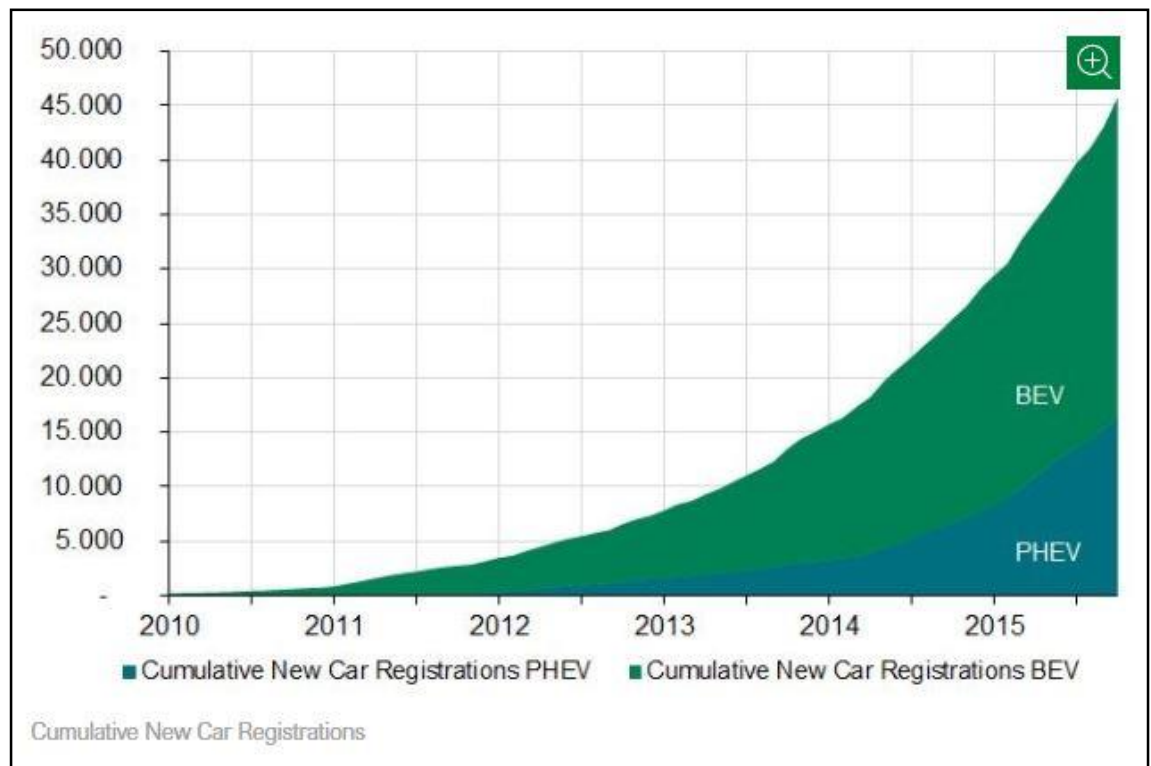
3.4.1 Sähköautot

Saksassa harkitaan sähköautojen tukemista 2 miljardilla eurolla. Saksan talousministeri Sigmar Gabriel on ehdottanut että sähköautojen latausverkostoa kehitettäisiin ja samalla rohkaistaisiin valtion toimistoja valitsemaan sähkökäyttöisiä ajoneuvoja työautoikseen. Saksan tavoitteena on lisätä sähköautojen tuotantoa nykyisestä 2 000 kappaleen määrästä miljoonaan yksikköön vuoteen 2020 mennessä ja viiteen miljoonaan yksikköön vuoteen 2030 mennessä. Sähköau-

tojen tukemisella pyritään vähentämään ilmansaasteita sekä kehittämään Saksaa kohti puhtaampia energiavaihtoehtoja ja samalla tuetaan saksalaisia autovalmistajia työntekijöineen. (Richardson 2016)

Kaiken kaikkiaan Saksan kasvihuonepäästöt ovat vähentyneet noin 21 prosenttia vuodesta 1990, mutta liikenteestä johtuvat päästöt kasvoivat yhden prosentin vuoden 2005 aikana. Saksassa on asetettu tavoitteeksi vähentää liikenteen aiheuttamia hiilidioksidipäästöjä 40 prosenttia vuoden 1990 päästömäärästä vuoteen 2020 mennessä. Saksan markkinoilla on arviolta 880 eri automallia tänä päivänä joiden hiilidioksidipäästöt ovat 130 grammaa kilometriä kohden ja noin 500 automallia joiden päästöt pysyvät alle 120 gramman kilometriä kohden. (MacDougall 2016, 18)

Vuodesta 2010 vuoteen 2015 mennessä Saksassa rekisteröitiin noin 50 000 sähkökäyttöistä ajoneuvoa, noin 73 prosenttia näistä ajoneuvoista myytiin 2014–2015. Rekisteröityjen sähköautojen määrä kasvoi 749 yksiköllä vuodesta 2009 vuoteen 2010. Sähköautojen määrä kasvoi 96.8 prosenttia vuodesta 2010 vuoteen 2011 ja 56.7 prosenttia vuodesta 2011 vuoteen 2012, jolloin ajoneuvoja rekisteröitiin noin 4 000 kappaletta. Vuonna 2014 sähkö- ja hybridautoja rekisteröitiin noin 15 000 kappaletta (Kuvio 14) joiden prosentuaalinen osuus kaikista myydyistä ajoneuvoista oli 0.28 prosenttia. Useimmat sähköautot rekisteröitiin yritysten käyttöön. Sähkö- ja hybridautomarkkinat kokivat räjähdysmäisen kasvun vuonna 2014, jolloin myynnin määrä kasvoi 75.5 prosenttia edellisvuoteen verrattuna (Matveeva 2014.)



Kuvio 14. Sähkö- ja hybridi ajoneuvojen kumulatiivisen myynnin kehitys Saksassa vuodesta 2010 vuoteen 2015 (Matveeva 2014)

Saksassa on myyty verrattain vähän hybridi- ja täyssähköautoja. Smart hallitsee myyntilistan kärkeä noin 4 000 myydyllä kappaleella, toisena tulee BMW noin 2 000 myydyllä kappaleella. Saksan sähköautomarkkinoita hallitsee suuremmilta osin saksalaiset automerkit. (Taulukko 4).

Taulukko 4. Saksassa seitsemän parhaiten myynyttä sähkökäyttöistä ajoneuvoa vuodesta 2011 vuoteen 2015.

Malli	Tyyppi	Markkinoille	Myynnin määrä kpl
SMART electric drive	täyssähkö	2010	3 959
BMW i3	täyssähkö	2013	1 937
Nissan Leaf	täyssähkö	2011	1 693
Renault Zoe	täyssähkö	2013	1 532
Opel Ampera	hybridi	2011	1 450
Volkswagen e-Up!	täyssähkö	2013	1 034
Citroën C-Zero	täyssähkö	2010	950

3.4.2 Sähköpyörät

Vuonna 2014 Saksassa oli arviolta 1.6 miljoonaa sähkökäyttöistä polkupyörää, 95 prosenttia näistä pyöristä oli polkuavusteisia. Saksassa pyöräilyä pidetään trendikkäänä ja Saksan hallitus pyrkii nostamaan pyörillä liikkumisen määrää kymmenestä prosentista viiteentoista prosenttiin sähköpyörien avustuksella. Sähköavusteiset polkupyörät luokitellaan tavallisiksi polkupyöriksi, joilla saa ajaa polkupyörille merkityillä reiteillä, eivätkä ne tarvitse vakuutuksia ja niillä saa ajaa ilman ajokorttia. Niillä ajaessa ei vaadita myöskään kypärää ja niitä saa kuljettaa julkisessa liikenteessä mukana, kuten junissa ja linja-autoissa. Polkuavusteiset sähköpyörät kattavat 95 prosenttia kaikista Saksassa myydyistä sähkökäyttöisistä polkupyöristä, loput 5 prosenttia kattaa sähköpyörät, jotka toimivat ilman polkemista ja joiden moottorit toimivat suuremmalla teholla sekä pidemmällä kantomatalla, nämä pyörät sen sijaan vaativat vakuutukset ja rekisteröinnin. (Wachotsch, Kolodziej, Specht, Kohlmeyer & Petrikowski 2014, 6.)

Saksalainen Two-Wheeler Industry Association (ZIV) arvioi, että sähköpyörät valtaavat polkupyörämarkkinat 15 prosentin osuudella, joka olisi arviolta 10.65 miljoonaa kappaletta. ZIV:n arvion mukaan vuonna 2007 Saksassa myytiin arviolta 70 000 sähköpyörää ja vuoteen 2013 mennessä sähköpyörien määrä oli noussut 410 000 kappaleeseen, kyseisenä vuonna joka kymmenes myyty pyörä oli sähköavusteinen polkupyörä. Saksan markkinoilla on nykyisin 70 eri sähköpyörien valmistajaa joilla on yli 1 500 eri sähköpyörämallia markkinoilla. (Wachotsch ym. 2014, 6.)

Sähköpyörä on tuttu 90 prosenttia Saksan väestöstä ja 12 prosenttia on testannut sähköpyöriä, 47 prosenttia väestöstä on kiinnostuneita sähköavusteisista polkupyöristä ja 27 prosenttia ovat halukkaita ostamaan ennemmin sähköavusteisen polkupyörän kuin normaalin pyörän. Saksassa varsinkin yli 50 vuotiaat ihmiset ovat kiinnostuneet sähköpyöristä. Viime vuosien aikana kiinnostus ja tietoisuus sähköpyöristä ovat kasvaneet, koska sähköpyörät on hinnoiteltu samaan luokkaan kuin korkealuokkaiset polkupyörät, millä on omalta osalta ollut kiihdyttävä vaikutus sähköpyörien myynnin määrän kasvuun. (Wachotsch ym. 2014, 6.)

Sähköpyörien myynnin määrä on ollut tasaisessa kasvussa vähentäen samalla normaalien polkupyörien myyntiä. Kuitenkin sähköpyörien ja normaaleiden polkupyörien myynnin määrissä on huomattavan suuri ero, esimerkiksi vuonna 2013 sähköpyöriä myytiin 410 000 kappaletta kun taas normaaleja polkupyöriä myytiin yli kolme miljoonaa kappaletta (Taulukko 5).

Taulukko 5. Saksassa myydyt sähkökäyttöiset ja perinteiset polkupyörät vuosina 2011-2013.

	2013	2012	2011
Polkupyörät*	3.34	3.75	3.77
Sähköpyörät*	0.41	0.38	0.33
Yhteensä*	3.75	3.97	4.10
Keskihinta	520 €	515 €	496 €

*Yksiköt miljoonissa

Vuonna 2008 saksassa myytiin arviolta 100 000 sähkökäyttöistä polkupyörää, mikä oli 2.5 prosenttia liikevaihdosta. Kasvua tapahtui vuoden 2007 lukemaan 62.5 prosenttia ja myynnin määrä kasvoi noin 20 prosenttia vuoden 2009 loppuun mennessä. Saksassa myytiin 410 000 sähköpyörää vuonna 2013, niistä tuontipyöriä oli noin 130 000 kappaletta ja 278 000 tuotettiin saksassa. Saksa tuottaa 87 prosenttia muissa Euroopan maissa myydyistä sähköpyöristä.

(INSG. 2014, 3)

3.4.3 Itsestään ohjautuvat autot

Tämänhetkinen lainsäädäntö ei salli itsestään ohjautuvia autoja julkisille teille, taustalla toimii vuonna 1968 solmittu Viennan tieliikennesopimus, joka edellyttää, että kuljettajalla on oltava hallinta ajoneuvostaan. Saksan liikenneministeri Alexander Dobrindt on kuitenkin määrittämässä oikeudellisia suuntaviivoja, jotta itsestään ohjautuvien autojen käyttöönotto maan moottoriteillä saadaan laillistettua. Dobrindt on arvioinut, että robottiautot tulevat Saksan teille muutamassa vuodessa. Hän on kuitenkin vaatinut samalla, että joitakin säännöksiä pitää muokata ja lisätä koskien tätä teknologiaa. Saksan autoteollisuus on työskennellyt itsestään ohjautuvien autojen parissa useita vuosia ja odotuksena on, että ensimmäiset kaupallisesti saatavat mallit esitellään vuoteen 2020 mennessä.

(Connolly 2015.)

Googlen antama esimerkki itsestään ohjautuvien autojen kehittämisessä on innostanut BMW:tä, Audia ja Mercedestä lisäämään henkilöstöä ohjelmistopuolelle jopa viidellä prosentilla, Saksalaiset autojätit solmivat vuonna 2014 sopimuksen Nokian karttapalveluiden ostamisesta 2.5 miljardilla eurolla, jonka pohjalta itsestään ohjautuvat autot luodaan. (Vallancey 2015.)

Esimerkiksi BMW:n itsestään ohjautuvien autojen projektijohtaja Michael Aeberhard on sanonut, että heidän täysin itsestään ohjautuva auto on valmis liikenteeseen vuoden 2020 jälkeen. Vaikka auto kykenee ohjaamaan itseään ilman kuljettajaa, niin se kuitenkin tarvitsee jonkun istumaan kuljettajan penkille, koska

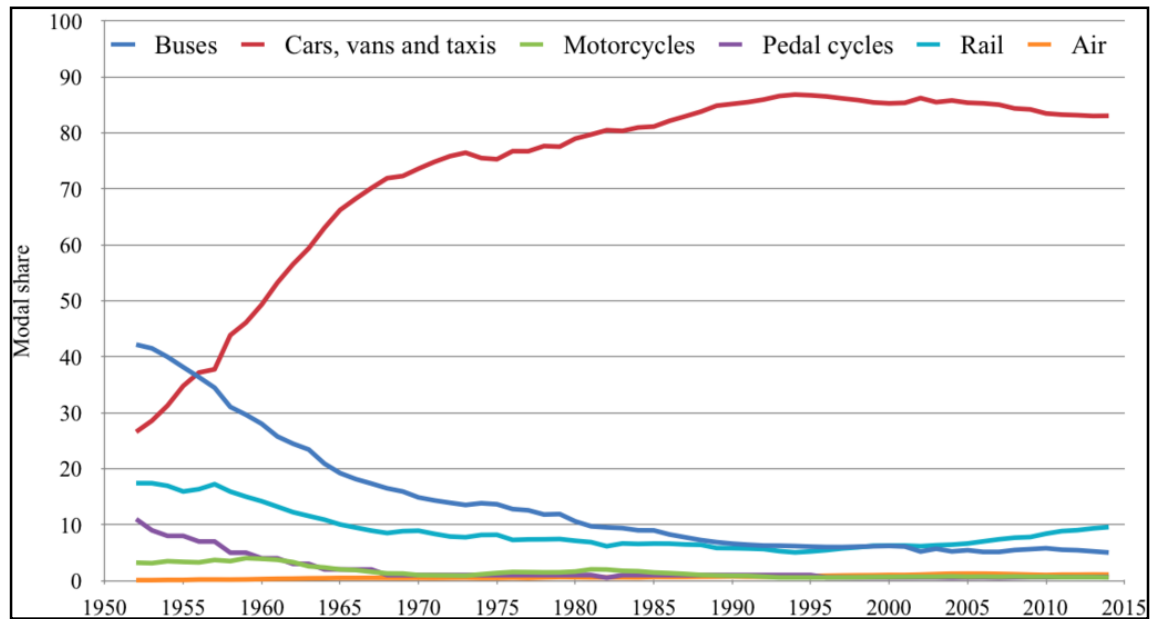
auto on ohjelmoitu siten, että se havaitsee ongelmatilanteet ja hälyttää tarvittaessa kuljettajaa ottamaan ohjat käsiinsä. (Vallancey 2015.)

Saksalainen autovalmistaja Daimler on saanut luvan testata itsestään ohjautuvia kuorma-autoja Baden-Wuerttembergin teillä. Näitä kuorma-autojakaan ei ole sallittu tehdä täysin autonomisiksi, vaan autonkuljettajan on oltava läsnä ja valmiina ottamaan auto hallintaansa ongelmatilanteiden varalta. (Deutsche Welle 2016)

3.5 Iso-Britannia

Ison-Britannian ja Pohjois-Irlannin yhdistynyt kuningaskunta, virallisesti myös Iso-Britannia ja Pohjois-Irlanti tai Yhdistynyt kuningaskunta on saarivaltio Länsi-Euroopassa. Maan asukasluku on noin 64.3 miljoonaa, joten se on väkiluvultaan Euroopan unionin kolmanneksi suurin valtio. Suomen kielessä koko valtiosta käytetään, ja voidaan käyttää nimitystä Britannia, Iso-Britannia tai Englanti. Tässä työssä käytetään Iso-Britannian termiä. Vuonna 2008 Iso-Britanniassa tehtiin päätös, jonka mukaan pyritään vähentämään vuoteen 2020 mennessä kasvihuonekaasuja 10 prosenttia vuoden 2005 tasosta. Lisäksi pyritään lisäämään uusiutuvien energialähteiden käyttöä liikenteen ja teollisuuden sektoreilla 10 prosentilla. (Ilmasto-opas 2015.)

Vuodesta 1952 lähtien nähtiin kasvua autojen käytössä, mikä kasvatti niiden kulkutapaosuutta, kun taas linja-autojen ja rautateiden käyttö väheni. Kuitenkin 1990-luvulta lähtien rautateiden käyttö on kasvattanut kulkutapaosuuttaan hienan autojen kustannuksella. (Kuvio 15.) (Department of Transport statistics 2016)



Kuvio 15. Iso-Britannian liikumisen trendit (Department of Transport statistics 2016)

3.5.1 Sähköautot

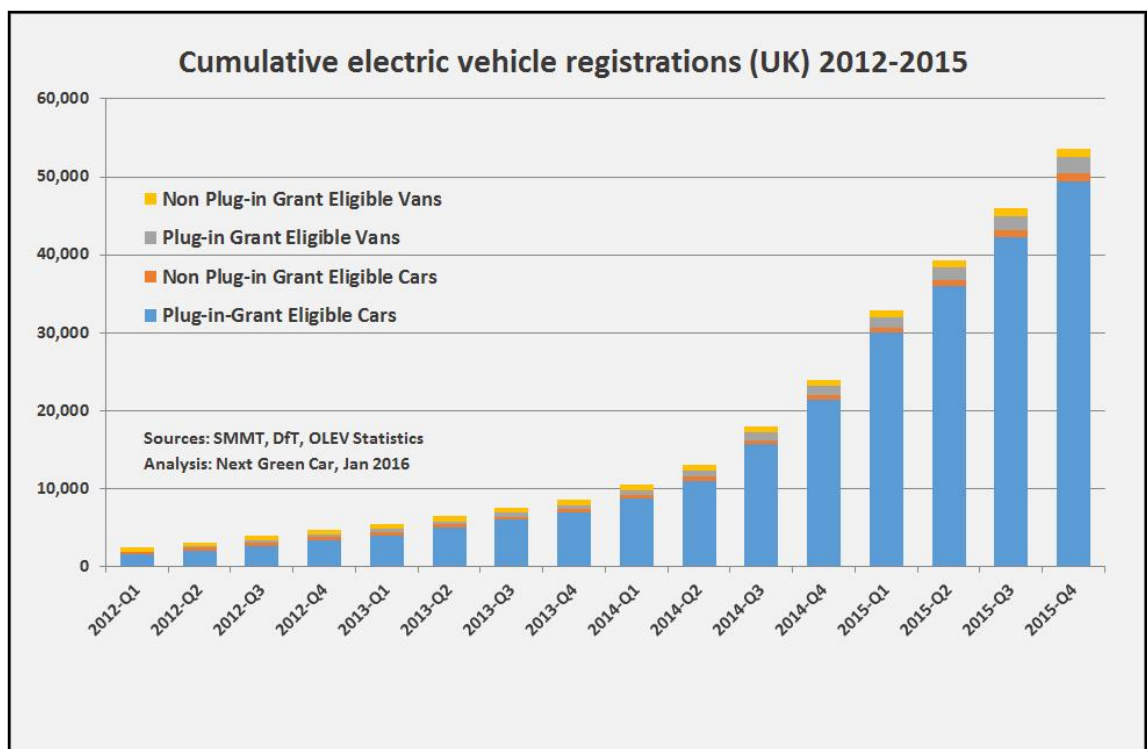
Iso-Britannian hallitus tukee aktiivisesti Hybridi- ja sähköautojen yleistymistä Plug-in Car Grantin ja muiden kannustimien kautta. The Plug-in Grant ohjelma alkoi tammikuussa 2011 ja on voimassa koko maassa. Ohjelma tarjoaa 25 prosentin avustusta auton hinnasta hankittaessa uutta hybridi- tai täyssähköautoa, avustus on kuitenkin rajattu 5 000 puntaan. Kaikki kyseisten ajoneuvojen ostajat ovat oikeutettuja apurahaan. Ohjelmaa jatkettiin helmikuussa 2012 ja laajennettiin koskemaan myös pakettiautoja. Kyseisten ajoneuvojen ostajat saavat 20 prosentin apurahan auton hinnasta jopa 8 000 puntaan asti. Joulukuussa 2015 ohjelmaa jatkettiin ja se on voimassa vuoden 2018 maaliskuuhun saakka.

(Gordon-Bloomfield 2015.)

Sähköautojen suosiota kasvattaa niiden parantunut tarjonta, nykyisin kymmenellä suosituimmalla autovalmistajalla on tarjolla sähköautoja mallistossaan. Britannian kehittyvä sähköautojen latausverkosto on myös houkuttelevana tekijänä siirtyä käyttämään sähkökäyttöisiä kulkuneuvoja, nykypäivänä Isossa-Britanniassa on tiheä latausverkosto, johon kuuluu 3 842 julkista latausasemaa. Maassa on myös tutkittu ajon aikana toimivaa langatonta latausta, joka olisi potentiaalinen

ratkaisu sähköautojen rajalliseen toimitusasteeseen. Teoriassa tällainen lataaminen mahdollistaisi rajattoman toimitusasteen sähköajoneuvoille. Kyseisen järjestelmän toteuttaminen on tulevaisuudessa mahdollista. (Lane 2016.)

Viimeisen kolmen vuoden aikana Iso-Britanniassa sähköautojen kysyntä on kasvanut huomattavasti, vuonna 2013 sähköautoja oli noin 8 000 kappaletta ja vuoden 2015 loppuun mennessä niiden määrä oli kasvanut jo 54 000 kappaleeseen (Kuvio16). Kuvioon on merkitty oranssilla ja punaisella värillä hybridiajoneuvot sekä harmaalla ja sinisellä täyssähköajoneuvot. (Lilly 2016.)



Kuvio 16. Hybridi- ja täyssähköautojen rekisteröinnit tammikuusta 2012 alusta loppuvuoteen 2015. (Lilly 2016)

Isossa-Britanniassa sähkökäyttöiset ajoneuvot ovat saavuttaneet suuremman suosion kuin hybridiajoneuvot. Iso-Britannian sähköajoneuvo markkinoita hallitsevat ylivoimaisesti Nissanin valmistama sähköauto Leaf ja Mitsubishiin valmistama hybridiauto Outlander P-HEV, näiden kahden ajoneuvovalmistajan jälkeen seuraavana listalla on BMW:n valmistama i3 sähköauto, sitä on kuitenkin myyty

yli 15 000 kappaletta vähemmän kuin kumpaakaan edellä mainittua japanilaista (Taulukko 5).

Taulukko 5. Iso-Britanniassa seitsemän parhaiten myynyttä sähkökäyttöistä ajoneuvoa vuodesta 2011 vuoteen 2015.

Malli	Tyyppi	Markkinoille	Myynnin määrä kpl
Nissan Leaf	täyssähkö	2011	20 425
Mitsubishi Outlander P-HEV	hybridi	2014	19 672
BMW i3	täyssähkö	2014	4 477
Renault Zoe	täyssähkö	2013	4 135
Toyota Prius PHV	hybridi	2012	3 804
Vauxhall Ampera	hybridi	2011	3 082
Tesla Model S	täyssähkö	2014	2 044

Vuonna 2013 sähkö- ja hybridiajoneuvojen myynnin osuus kaikista uusista autoista oli vain 0.17 prosenttia. Kuitenkin sähköajoneuvojen määrä on ollut tasaisessa kasvusuhdanteessa jo useita vuosia. (Shahan 2014a.)

3.5.2 Sähköpyörät

Sähköpyörien vallankumous on saapumassa myös Iso-Britanniaan. Pyöräilyn sektorilla niiden myynnit ovat kasvaneet kaikkein nopeimmin verrattuna tavallisiin polkupyöriin. Sähköpyörät saapuivat Eurooppaan noin kymmenen vuotta sitten ja Isossa-Britanniassa myydäänkin vuosittain noin 25 000 sähköpyörää. Hatti Lee Woosh bikesilta on sanonut että ”Useimmat asiakkaista ovat yli 50 vuotiaita, mutta sähköpyörät ovat tulossa yhä suosituimmaksi nuorten keskuudessa, erityisenä syynä on, että ei tarvitse enää saapua töihin hikisenä ja hengästyneenä”. Myös entinen F1-mekaniikko Richard Thorp on sanonut, että sähköpyöriä oste-

taan Briteissä eri syistä kuin muualla Euroopassa. Esimerkiksi Saksassa ne nähdään käytännöllisinä liikkumisen välineinä ja vastaavasti Briteissä niitä kohdellaan eräänlaisina vempaimina. (Anderson 2015.)

Britannian lainsäädännön asettamat vaatimukset sähköavusteisille pyörille ovat selkeät, pyörissä tulee olla polkimet, joita voidaan käyttää voiman tuottamiseen, sähkömoottorin tulee sammua kun pyörällä ajetaan yli 25 kilometriä tunnissa eikä sähkömoottorin teho ei saa olla yli 250 wattia. Pyörässä tulee myös olla nähtävillä sen tuottama maksimiteho tai sähkömoottorin valmistajan tiedot. Akun jännite tai pyörän rajoitettu maksiminopeus tulee myös olla näkyvillä pyörässä. Mikäli sähköpyörä täyttää kaikki nämä vaatimukset niin se luokitellaan normaaliksi polkupyöräksi ja sillä saa ajaa polkupyörille merkityillä reiteillä. Mikäli sähköpyörä ei täytä näitä vaatimuksia, silloin se täytyy rekisteröidä ja sitä ajaakseen tarvitaan ajokortti, myös kypärän käyttö on pakollista. (Crown copyright. 2016)

Liikenneministeri Andrew Jones on sanonut, että ministeriön tavoitteena on rohkaista ihmisiä käyttämään enemmän polkupyöriä, tarkoituksena olisi kaksinkertaistaa matkojen määrä, jotka tehdään polkupyörillä. Tämän vuoksi tarkoituksena on myös seuraavan viiden vuoden aikana investoida pyöräilyn harjoittamiseen sekä infrastruktuuriin. Hallitus pyrkii erilaisten pilottihankkeiden avulla rohkaisemaan kaikenikäisiä ihmisiä tutustumaan sähköavusteisiin pyöriin ja tätä kautta saavuttamaan tavoitteen matkojen määrän kasvussa. (Sutton 2016.)

3.5.3 Itsestään ohjautuvat autot

Iso-Britannian hallitus on kiinnostunut itsestään ohjautuvien autojen tekniikoista ja niiden tuomista taloudellisista, ympäristöllistä ja sosiaalisista hyödyistä. Näitä hyötyjä ovat vapaa-ajan lisääminen, turvallisuuden parantaminen, päästöjen ja ruuhkien väheneminen sekä tuoda autot saataville sellaisille henkilöille, joilla ei ajokorttia. Liikenneministeriön mukaan 31 prosenttia naisista, 14 prosenttia miehistä ja 46 prosenttia nuorista 17–30 vuotiaista, ei omista voimassa olevaa ajokorttia. Hallitus on tunnistanut nämä hyödyt ja tämän seurauksena tukee niiden

kehitystä ja käyttöönottoa. Heinäkuussa 2014 hallitus julkaisi ”itsestään ohjautuva auto” kilpailun, joka kutsui kaupungit liittymään yhdessä yritysten ja tutkimusorganisaatioiden kanssa testaamaan tekniikkaa paikallisesti. Tulokset julkistettiin joulukuussa 2014 ja valituiksi tulivat Greenwichin, Miltonin, Keynesin, Coventryn ja Bristolin kaupungit, jotka saivat yhteensä 19 miljoonan punnan avustuksen tekniikan kehittämiseen ja testaamiseen. (Department for Transport. 2015, 14)

Iso-Britannian lainsäädännön mukaan testausvaiheessakin itsestään ohjautuvissa autoissa on oltava kuljettaja läsnä, joka voi tarvittaessa ottaa auton hallintaansa, kuljettajalla tulee olla vakuutus, hänellä tulee olla voimassaoleva Britannian lainsäädännön mukainen ajokortti. Testausvaiheessakin tulee noudattaa Britanniassa hallitsevia liikennelakeja. Ennen kuin itsestään ohjautuvia autoja päästään testaamaan julkisessa liikenteessä, niin niiden tulee läpäistä laajat testaukset suljetuilla teillä. Testikuljettajan tulee olla koulutettu hallitsemaan auton toimintaa manuaalisessa ja itsestään ohjautuvassa tilassa ja häneen tulee ymmärtää auton toimintaan perustuvaa teknologiaa. (Walton 2015.)

Itsestään ohjautuvia autoja testatessa muun liikenteen joukossa tulee kuljettajan istua kuskin penkillä ja pitää kädet ratissa, tällä säännöksellä pyritään ehkäisemään hämmennystä muiden tiellä liikkujien keskuudessa. Vaikka auto ohjaakin itse itseään, niin kuljettajan penkillä istuva henkilö ei saa ajon aikana käyttää puhelinta tai tehdä mitään muutakaan mikä voisi vaikuttaa heikentävästi auton toiminnan seuraamiseen. Viranomaisille on myös ilmoitettava, että missä ja milloin uuteen teknologiaan perustuvia autoja testataan. Nykypäivänä suurin osa itsestään ohjautuvien autojen testauksesta suoritetaan puistojen yksityisten palveluiden kuten teemapuistojen alueilla. (Walton 2015.)

4 ESIMERKKEJÄ POHJOISMAISTA

Pohjoismaista valitsimme käsiteltäviksi omavaraisena öljyvaltiona tunnetun Norjan, jossa etenkin sähköautot ovat saaneet suuren jalansijan kuluttajien keskuudessa, taustalla toimivat valtion monenlaiset toimenpiteet uuden teknologian tulemiselle. Toisena pohjoismaana käsittelemme kotimaatamme Suomea.

4.1 Norja

Norja on perustuslaillinen monarkia Pohjois-Euroopassa, maa kuuluu Pohjoismaihin ja Skandinaviaan. Vuonot ja vuoret ovat keskeisiä elementtejä maisemissa. Maan suurin kaupunki ja pääkaupunki on Oslo. Norja poikkeaa monella tapaa edellisistä käsitellyistä maista liikenteen osalta. Alhaisen asukastiheyden, kapean muodon ja pitkien rannikkojen vuoksi julkinen liikenne on vähemmän kehittynyttä kuin muissa Euroopan maissa, se on kuitenkin suhteellisen tehokasta ja kattavaa verrattuna esimerkiksi Suomeen. Esimerkiksi junalla pääsee pohjoisessa Bodøhön asti. Maassa on pitkäaikaisen vesiliikenteen perinteitä, mutta Norjan liikenne- ja viestintäministeriö on viime vuosina toteuttanut tie, rautatie ja lentoliikenteen verkostojen rakentamista kehittääkseen maan infrastruktuuria julkisen ja kevyen liikenteen osalta. Norjassa suunnitellaan uuden nopean rautatiejärjestelmän rakentamista maan suurten kaupunkien välille. (Ministry of Transport and Communications 2013, 3).

Huomioitavaa Norjan tieverkoston osalta on talvi, jonka vuoksi osa yleisistäkin teistä suljetaan, jos ne eivät ole osana keskeisintä tieverkkoa. Tällaiset tiet kulkevat yleensä vuoristoalueilla. Olosuhteiden pakosta tiet voidaan sulkea myös tilapäisesti. Norja tunnetaan vuonojen ja vuoristojen lisäksi myös päätiestöjen tunneleista. Esimerkiksi vuonna 2000 valmistunut Laerdalin tunneli on 24.5 kilometrillään maailman pisin. (Norstroem 2006).

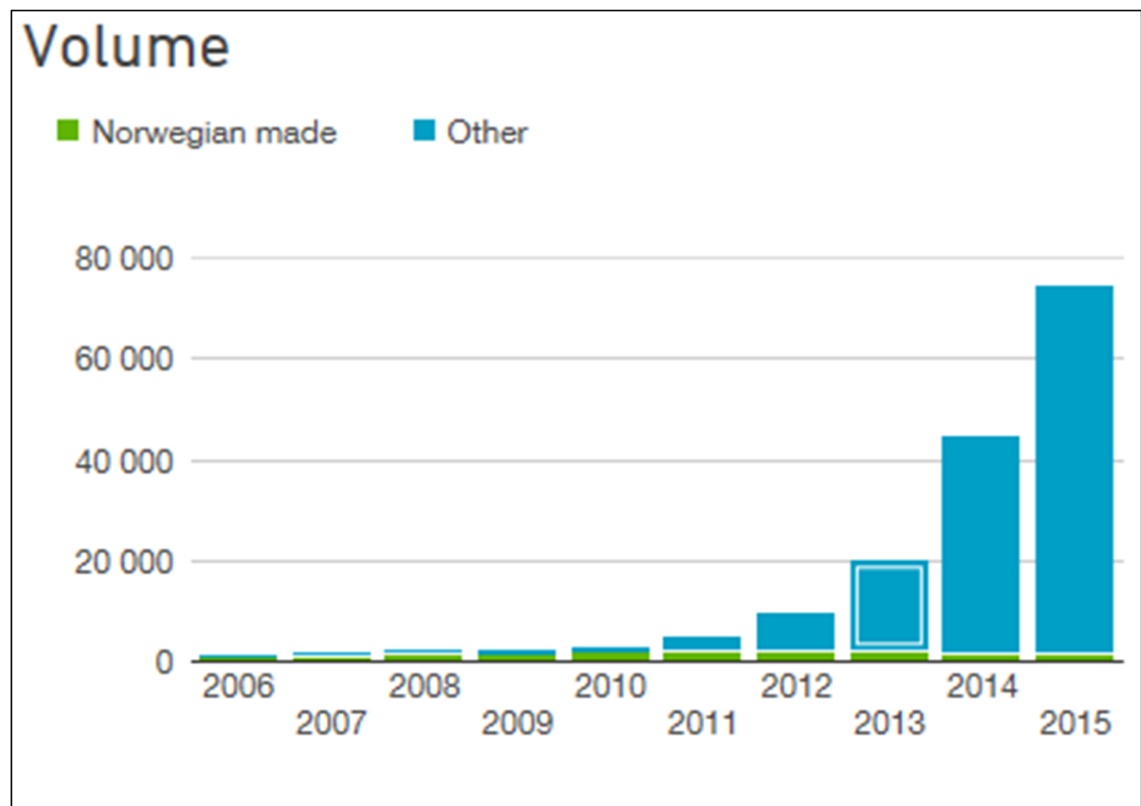
Norjasta ei juurikaan löytynyt tietoa itsestään ohjautuvista autoista, esille ei myöskään noussut mitään valtion toimia, jolla ne olisivat otettu jotenkin huomioon. Ai-

noana mainintana oli ruotsalaisen autovalmistaja Volvon S60- itsestään ohjautuvan mallin testaaminen. Testausreitti ulottui Ruotsista Norjan rannikolle asti. (Yarrow 2014.)

4.1.1 Sähköautot

Toukokuussa 2015 Norjan hallitus uudisti sähköautopoliitiikkaansa pidentämällä verovapautuksia vuoteen 2017 asti. Aiemmin sähköautot saivat ajaa kaikkialla norjassa bussikaistoilla ja niiden pysäköiminen oli ilmaista, kuitenkin uuden politiikan myötä paikalliset viranomaiset päättävät linjauksista koskien sähköautojen liikkumista bussikaistoilla ja niiden ilmaista pysäköimistä. (Avere 2012).

Hallituksen asettamien helpotuksien avulla Norja on noussut yhdeksi maailman suurimmaksi sähköajoneuvojen kuluttaja maaksi. Norjassa onkin eniten sähköautoja suhteessa väkilukuun. Vuonna 2013 sähköautojen osuus kaikista ajoneuvoista oli 6,1 prosenttia. (Shahan 2014a.) Norjassa asetettiin tavoitteeksi saada 50 000 sähköauton rajapyykki rikki vuoteen 2018 mennessä, kuitenkin vuoden 2015 loppuun mennessä Norjassa oli 74 282 sähkökäyttöistä ajoneuvoa (Kuvio 17). Myynnin määrässä räjähdysmäinen kasvu tapahtui vuoden 2011 aikana, ja jonka jälkeen myyntien määrät ovat kasvaneet vuosi vuodelta. Norja asetti uudeksi tavoitteeksi saada 100 000 sähköautoa liikenteeseen vuoteen 2020 mennessä, kuitenkin arvioidaan että tämä tavoite olisi saavutettavissa jo aiemmin. (Avere 2012).



Kuvio 17. Hybrdi- ja täyssähköautojen myynnin määrän kasvu vuodesta 2006 vuoteen 2015. (Brooks 2015)

Vuodesta 2014 julkisista varoista on sijoitettu 450 miljoonaa dollaria sähköautojen tukemiseksi, näistä varoista käytettiin 7.4 miljoonaa dollaria latausverkoston rakentamiseen ja kehittämiseen. Norjan kasvavaan sähköautokantaan vaikuttavat hallituksen asettamat etuudet sähköautoja käyttäville autoilijoille. Näiden etuuksien mukaan sähköautoilla saa ajaa busseille ja takseille tarkoitetuilla kais-toilla, sähköautosta ei tarvitse maksaa pysäköinti- tai tietullimaksua ja sähköau-toa saa kuljettaa autolautallakin ilmaiseksi. Uusista sähköautoista ei myöskään tarvitse maksaa arvolisäveroa eikä rekisteröintiveroa, minkä vuoksi sähköautot ovat hinnankin puolesta kilpailukykyisiä normaalien polttomoottorilla toimivien ajoneuvojen kanssa. (Philips 2015, 2-4.)

Norjassa parhaiten myynyt sähköauto on Nissan leaf, jota on myyty yli 21 000 kappaletta. Seuraavaksi suosituimpana merkinä on Volkswagen, joita on myyty yli 16 000 kappaletta. Norjassa japanilaiset ja saksalaiset automerkit ovat suosi-tuimpia ainakin sähköautojen osalta (Taulukko 6).

Taulukko 6. Norjassa seitsemän parhaiten myynyttä sähkökäyttöistä ajoneuvoa vuodesta 2011 vuoteen 2015.

Malli	Tyyppi	Markkinoille	Myynnin määrä kpl
Nissan Leaf	täyssähkö	2011	21 231
Volkswagen e-Golf	hybridi	2014	10 961
Tesla Model S	täyssähkö	2013	10 064
Volkswagen e-Up!	täyssähkö	2013	5 056
BMW i3	täyssähkö	2013	4 494
Mitsubishi Outlander P-HEV	hybridi	2013	4 363
Kia Soul EV	täyssähkö	2014	3 355

4.1.2 Sähköpyörät

Vaikka Norjassa sähköautot ovat saavuttaneet suuren suosion, niin sähköpyörät eivät vastaavasti ole saavuttaneet suurta suosiota kuluttajien keskuudessa. Norjasta ei ole saatavilla virallisia pyörien myyntitilastoja, mutta on arvioitu, että niitä olisi lähemmäs 400 000 kappaletta. Syynä pyörien ja etenkin sähköpyörien yleisty mistä hidastaa Norjan huono infrastruktuuri pyöräilyn osalta. Tieolosuhteet ovat huonot kaupunkien läheisyydessä, tämän seurauksena vain 6 prosenttia kaikista norjalaisista kulkee polkupyörällä töihin tai kouluun. Toisaalta mäkiset maaseudut voisivat luoda hyvät markkinat sähköpyörille. Ongelmana on, etteivät maahan-tuojat ja myyjät eivät ole markkinoineet tuotteitaan riittävän näkyvästi. (Steen-Ol-sen 2014.)

Norjassa sähköpyörien myyntiluvut ovat pienet verrattuna Euroopan maihin. Nor-jassa on tutkittu ketkä olisivat potentiaalisia ostajia, minkälaisen matkustusmuo-don he pystyisivät korvaamaan sähköpyöriä käyttämällä ja kuinka paljon pyörillä

kuljettujen matkojen määrä lisääntyisi. Kesäkuussa 2013 norjassa suoritettiin internetin välityksellä tutkimus johon vastasi 5 466 ihmistä Oslon ja Akershusin alueelta, tutkimuksessa käsiteltiin ihmisten päivittäisiä liikkumismuotoja ja heidän suhtautumista pyörällä liikkumiseen. Näistä vastanneista ihmisistä valittiin 61 henkilöä kokeilemaan sähköpyörän käyttöä 2–4 viikon ajanjaksolle ja heidän kokemuksia vertailtiin 160 ihmisen kontrolliryhmässä. Tutkimukseen osallistuneista vain 6 prosenttia oli kiinnostunut hankkimaan sähköavusteisen polkupyörän, naisista 33 prosenttia ja miehistä 25 prosenttia sanoivat harkitsevansa sähköpyörän hankkimista. (Fyhri & Beate. 2014, 1-2).

4.2 Suomi

Suomi on valtio Pohjois-Euroopassa Itämeren rannalla. Suomi kuuluu Pohjoismaihin ja Euroopan unioniin. Suomi eroaa monella tapaa edellä käsitellyistä valtioista. Se on verraten harvaan asuttu maa, 5.5 miljoonalla asukkaallaan, jotka ovat keskittyneet pääasiassa maan etelä- ja keskiosiin. Maan harva asutus ja pitkähköt välimatkat asutuskeskusten välillä, erityisesti maan pohjoisosissa vaikuttavat suurelta osin maan liikenneoloihin. Lisäksi ilmasto toimii erityisenä tekijänä, talvisin vesireitit jäätyvät ja maa saa lumipeitteen. (Liikenne- ja viestintäministeriö, Liikennevirasto, Trafi, Ilmatieteen laitos. 2015)

Suomalaiset liikkuvat keskimäärin 41 kilometriä vuorokaudessa. Henkilöauto on Suomessa yleisin liikkumismuoto, henkilöautolla kuljetaan 58 prosenttia matkojen lukumäärästä. Kevyenliikenteen osuus on 30 prosenttia matkojen lukumäärästä. Kevyenliikenteen suuri osuus syntyy pääasiassa pääkaupunkiseudulla. Kotimaan henkilöliikenne on 2000-luvulla siirtynyt hiukan enemmän raiteille, vetottaen hieman maantie- ja lentoliikennettä. Vuonna 2012 neljällä viidestä yli 15-vuotiaasta oli ajokortti. (Liikenne- ja viestintäministeriö, Liikennevirasto, Trafi, Ilmatieteen laitos. 2015)

Vuonna 2013 Suomessa oli 4.95 miljoonaa rekisteröityä ajoneuvoa joista henkilöautojen osuus oli 2.58 miljoonaa. Suomen autokannan keski-ikä on noin 10

vuotta ja yli 24 vuotta vanhat autot ovat kohtalaisen harvinaisia liikenteessä. Vuoden 2014 aikana suomessa rekisteröitiin 120 000 uutta ajoneuvoa. (Trafic 2014.) Vuonna 2015 ensirekisteröitiin 123 476 uutta ajoneuvoa ja vuodelle 2016 myyntiennuste uusille ajoneuvoille on 116 000 kappaletta. (Autoalan Tiedotuskeskus 2015)

4.2.1 Sähköautot

Suomessakin on paljon keskustelua liikenteen sähköisestä murroksesta, sähköautoista ja niiden hienouksista sekä myös ongelmista puhutaan paljon. Suomessa suuri osa väestöstä tietää, mikä sähköauto on. Harvalla on kuitenkin sellaisesta kokemuksesta tai saati käsitystä, olisiko sellaista autoa järkevä ostaa. Kysymyksiä herättävät autojen toimitusajat, latausajat sekä niiden kalliit hinnat. Suomalaisten käsitykset sähköautoihin perustuvat paljolti ennakkoluuloihin ja mielikuviin, konkreettista faktaa on vähän. (Riikonen 2015.)

Suomessa sähköautokannan kasvua hidastavat latausverkoston kehittymättömyys etenkin Lapissa, tehokkaat kannustimet, vaativat keliolosuhteet, lyhyet toimintamatkat sekä korkeat hinnat, näin ollen sähköautoistuminen kehittyä tällä edelleen tahmaisesti verrattuna muihin Pohjoismaihin, puhumattakaan Yhdysvalloista tai Japanista. Tilanne voi olla kuitenkin muuttumassa, sillä latausverkostoa ollaan kehittämässä jatkuvasti. Esimerkiksi Sodankylään ja Kittilään on avattu latauspistokkeet, lisäksi Napapiirin energia ja Vesi eli Neve on avannut vastikään sähköautojen pikalatausaseman Rovaniemen ydinkeskustaan. Tällä hetkellä Rovaniemellä on kaiken kaikkiaan viisi virtapistelatausasemaa sähköautoille. (Luo-tola 2015; Virtapiste 2015.)

Suomen osuus kaikista Pohjoismaiden sähköautoista on vain noin prosentin luokkaa. Liikenne- ja viestintäministeriön tavoitteena on, että vuoteen 2020 mennessä puolet uusista ajoneuvoista olisi vaihtoehtoisia polttoaineita käyttäviä, tämä tarkoittaisi 17 000 uutta sähköautoa. (Sähköinenliikenne 2015.)

Kaikista Suomen maakunnista löytyy nyt sähköautoja. Uudellamaalla on valtaosa Suomen sähköautoista 56.4 prosentin lukemallaan. Varsinais-Suomen osuus on 9.4 prosenttia, Pirkanmaan 8 prosenttia ja Pohjois-Pohjanmaan 4.2 prosenttia. Harvimmassa sähköautot ovat Kainuussa, jossa on rekisterissä vain neljä sähköautoa. (Sähköinenliikenne 2015.)

Sähköauto	Lukumäärä	Hybridiauto	Lukumäärä
Nissan	250	Mitsubishi	273
Tesla Motors	245	Toyota	151
Volkswagen	22	Volvo	124
Think	20	Opel	107
Citroen	20	Porsche	85
Peugeot	13	Audi	64
Mitsubishi	10	Volkswagen	61

Taulukko 7. Suomessa liikennekäytössä olevat hybridi- ja täyssähköautot vuoden 2015 lopulla.

Suomessa ladattavien hybridien voittokulku jatkuu selkeänä. Vuoden 2015 loppuun mennessä Suomessa oli 966 rekisteröityä hybridihenkilöautoa, kun taas rekisteröityjen sähköautojen määrä oli 614. Suomen suosituin hybridiajoneuvo on Mitsubishi Outlander 273 kappaleella. Toisella sijalla on Toyota Prius 151 kappaleella. Sähköautojen saralla kilpailu on tiukempaa kahden eri autovalmistajan kanssa, Nissan Leafia on myyty 250 kappaletta ja Teslan valmistamia sähköautoja 245 kappaletta. Seuraavien autovalmistajien ajoneuvojen lukumäärät tippuvat jo alle 30 (Taulukko 7).

4.2.2 Sähköpyörät

Ensimmäiset nykyaikaiset sähköpyörät tulivat markkinoille Suomessa 2000-luvun alkupuolella. Ongelmana oli kuitenkin niiden virheellinen brändäys invapyöriksi vanhuksille. Pyöräilyliiton toiminnanjohtaja Matti Koistinen on arvellut, että syynä tähän oli se, että pyöriä myydään urheiluliikkeissä monesti urheiluvälineiksi.

Koska sähköpyörä ei ole urheiluväline, niin kauppiaat eivät ymmärtäneet myydä sitä kulkuvälineenä, vaan lokeroivat sen apuvälineeksi. (Moisio 2015.)

Suomessa myydään sähköavusteisia polkupyöriä jotka määritellään lain mukaan normaaleiksi polkupyöriksi, joilla saa liikkua polkupyörille määritellyillä reiteillä. Suomessa on saatavilla myös normaaleille polkupyörille tarkoitettuja muutossarjoja joiden avulla pyörästä saa sähköavusteisen. Sähkökäyttöiseksi pyöräksi määritellään yli 250 watin sähkömoottorilla toimiva pyörä, jolla voi ajaa ilman polkemista. Tällainen pyörä on Suomen lainsäädännön mukaan rekisteröitävä mopoksi. (Liikennevirasto 2015, 30; Motiva. 2016c.)

Liikenneviraston tekemän kyselyn mukaan Suomessa myytiin vuonna 2015 noin 1 650 sähköavusteista polkupyörää, muunnossarjoja myydään noin 240 kappaletta ja sähkökäyttöisiä pyöriä noin 30 kappaletta. Verrattaessa suomen pyörämyyntiin joka on arviolta 350 000 kappaletta vuodessa, sähköpyörien määrä on vähäinen. Arviolta joka sadas suomessa myyty pyörä on sähkökäyttöinen polkupyörä. (Liikennevirasto 2015, 30.)

4.2.3 Itsestään ohjautuvat autot

Liikenne- ja viestintäministeriö valmisti lakimuutoksen tieliikennelakiin, joka mahdollistaa robottiautojen liikkumisen rajatulla alueella ja aikoina yleisessä tieliikenteessä. (Vantaan Sanomat 2014.) Laki on voimassa viisi vuotta ja astui voimaan vuoden 2014 vaihteessa. Taustalla toimi CityMobil2-projekti, jossa 12 eurooppalaista kaupunkia tutkivat, miten automaattisia ajoneuvoja voitaisiin hyödyntää joukkoliikenteessä. seitsemän kaupunkia valittiin kokeilujaksoon, joiden joukossa oli Vantaan kaupunki. Älybussia testattiinkin Vantaan asuntomessuilla kesällä 2015, johon kävijöillä oli mahdollisuus tutustua. Kokeilureitti kulki noin kilometrin matkan suljetulla alueella. (Vantaan kaupungin viestintä 2015)

Projektin tavoitteena oli itsestään ohjautuvien bussien testaamisen lisäksi kerätä palautetta käyttäjiltä, lisätä ihmisten tietoisuutta tulevaisuuden teknologiasta ja

hölventää ennakkoluuloja sekä mahdollistaa itsestään ohjautuvat ajoneuvot lain-säädännössä. Arvioitavana oli automaattisten ajoneuvojen soveltumista osana kestävästä kaupunkiliikunnasta ja vaikutuksia Euroopan taloudelle. (Pihlava 2014.)

Suomessa eduskunnan tulevaisuusvaliokunta on arvioinut, että itseohjautuvat autot tulevat sarjatuotantoon 2018–2020 välillä. Henkilöautojen automatisoitumi-nen Suomessa aiheuttaisi kyseisen tutkimuksen mukaan arviolta 10–20 miljardin säästöt vuodessa. Tavaraliikenteen automatisoinnilla saavutettaisiin myös mer-kittäviä säästöjä, esimerkiksi tuhansia henkilötyövuosia. Tässä täytyy kuitenkin muistaa, että monet työpaikat ovat vaarassa tavaraliikenteen osalta ja asia tulee herättämään varmasti närää ammatinharjoittajien keskuudessa. (Eduskunnan tu-levaisuusvaliokunta. 2013, 18-19 ja 91.)

Suuria muutoksia tulee myös kotitalouksien rahankäyttöön, sillä suuri osa suo-malaisten kansallisvarallisuudesta on kiinni autoissa. Henkilöautokannan kustan-nus on jo pelkästään joka vuosi 20 miljardia euroa. Kuitenkin eduskunnan aloit-teellisuus ja merkittävä yhteiskunnallinen keskustelu robottiautojen hyödyntämi-sestä ovat Suomessa puuttuneet. Selontekoa itsestään ohjautuvien ajoneuvojen merkityksestä ja mahdollisuuksista ei ole teetetty tai käsitelty eduskunnassa juuri lainkaan. (Hamilo 2013.)

Lisäksi Suomen Tunturi-Lapin alueelle suunnitellaan liikenteen automatisoinnin testausaluetta jossa testataan itsestään ohjautuvien autojen ja kuljettajaa avus-tavien järjestelmien toimivuutta vaihtelevissa ja vaikeissa olosuhteissa. Aurora-hanke on aloitettu syksyllä vuonna 2015, hanke sisältää erillisiä kokonaisuuksia jotka integroituaan muodostavat yhtenäisen älyliikenteen testausalueen. Hankkeessa keskitytään liikenteen automatisointiin sekä digitaaliseen infrastruk-tuuriin. (Trafli Liikenteen turvallisuusvirasto 2016a; Trafli Liikenteen turvallisuusvi-rasto 2016b.)

Aurora-hankkeen testialue kattaa teknologian testaamiseen suljetuilla ja yleisillä teillä. Aurora-hankkeen parissa toimii muun muassa Suomen liikennevirasto, Li-i-kenne ja viestintäministeriö ja liikenteen turvallisuusvirasto Trafli, jonka roolina

Aurora-hankkeessa tulkita lainsäädäntöä ja luoda edellytyksiä automaation testaamiseen yleisillä teillä muun liikenteen joukossa. (Trafli Liikenteen turvallisuusvirasto. 2016a; Trafli Liikenteen turvallisuusvirasto. 2016b)

5 POHDINTA

Rajasimme tutkimusta kolmeen suurimpaan liikkumisen trendiin, joita ovat sähköautot, sähköpyörät ja itsestään ohjautuvat autot. Tarkoituksena oli sisällyttää tutkimukseen myös muita sähkökäyttöisiä liikkumisen välineitä, mutta niiden käyttö on niin vähäistä ja niiden pohjalta ei ole paljoa dataa saatavilla, jonka vuoksi päätimme olla käsittelemättä niitä tässä työssä.

Tutkimme maiden uutispalveluiden ja hallinnollisten elinten tekemiä selvityksiä ja julkaisuja uuden teknologian testaamisesta ja kehittämisestä maiden alueilla. Selvitimme mahdollisia lakimuutoksia ja valtion kannustimia esimerkiksi verohelpotuksia, jotka toimivat kuluttajille houkutteina siirtyä käyttämään näitä uusia liikkumisen innovaatioita.

Suurimpien kaupunkien alueilla polttomoottorikäyttöisten ajoneuvojen korvaaminen sähkökäyttöisillä luo terveydellisiä vaikutuksia päästöjen vähenemisen ansiosta, mikä toimii yhtenä suurimpana houkuttimena käyttökustannusten ohella kyseisen auton hankinnassa. Sähköautojen massatuotantoa onkin yritetty käynnistää useaan otteeseen, mutta niiden yleistyminen on kuitenkin ollut verrattain hidasta puuttuvan asiakaskunnan vuoksi. Polttomoottoriautot ovat käyttäjän kannalta ajomatkaltaan ja hinnaltaan vielä ylivoimaisia verrattuna sähköautoihin ilman tukitoimia. On myös esitetty, että sähköautotuotannon esteenä ovat liäksi auto- ja öljyteollisuuden yhteiset intressit ja omistajuussuhteet.

Esimerkiksi monessa maassa suosituin sähköauto Nissan Leaf maksaa Suomessa uutena vielä yli 40 000 euroa ja jonka toimintasäde on vain 100 kilometrin hujakoilla, samalla hinnalla saa jo kuitenkin melko uuden BMW:n, Audin tai Mercedeksen, jotka tunnetaan maailmallakin eräänlaisina premium-merkkeinä. Autot toimivat monessa maassa eräänlaisina status-symboleina, mikä osaltaan vaikuttaa myös sähköautojen yleistymiseen. Kuitenkin myös nämä valmistajat ovat alkaneet kehittää omia sähköautoversioitaan suosituista malleista, jota voidaan pitää hyvänä merkinä sähköautojen tekniikan parantumisen ja sitä kautta yleistymisen kannalta.

Etenkin Suomessa sähköautoja suosituimpi vaihtoehto ovat vielä hybridiajoneuvot, jotka toimivat sähkö- ja polttomoottorilla. Se on myös ympäristöystävällinen vaihtoehto etenkin kaupunkiolosuhteissa, eikä näillä ajoneuvoilla ole rajallista toimintasädetä kuten täyssähköautoilla.

Lähtökohtaisesti sähköautot eivät muuta paikoitustilatarvetta, niiden vaikutukset kohdistuvat lähinnä parkkihallien rakentamiskustannuksissa ilmanvaihtokoneiston aiheuttamiin kustannuksiin. Esimerkiksi Saksassa on haettu ratkaisuja pysäköinti ongelmiin rakentamalla automatisoituja pysäköintihalleja joiden on todettu olevan kustannustehokkain tapa pysäköinti ongelmiin, koska silloin ei tarvitse suunnitella eikä rakentaa ajoramppeja, porraskäytäviä, hissejä, valaistuksia eikä ilmanvaihtojärjestelmiä.

Suomessa on esimerkiksi Vantaan alueella haettu ratkaisua paikoitustilatarpeeseen yhteiskäyttöautoilla, jotka korvaavat arviolta 8-25 omistusautoa taloyhtiötä kohden. Yhteiskäyttöautopalvelun avulla pysäköintipaikkojen määrää voidaan alentaa kerrostalokohtaisesti 30–40 prosenttia, joka tarkoittaisi merkittäviä säästöjä rakentamiskustannuksiin paikoituksen osalta. Yhteiskäyttöauto periaatetta voidaan tietenkin soveltaa myös polttomoottoriajoneuvoihin.

Robottiautojen tulemisen voidaan katsoa vaikuttavan eniten paikoitustilatarpeisiin, koska robotiikka mahdollistaa autojen automaattisen pysäköinnin jonnekin muualle kuin keskustan alueille. Esimerkiksi robottiautoja voitaisiin säilyttää keskusta-alueen laitamilla tai lentokenttien ja rautatieliikenne asemien läheisyydessä, josta ne voidaan tarvittaessa kutsua esimerkiksi erilaisten puhelinsovellusten avulla noutamaan käyttäjää.

Olennainen asia liittyy omistusautojen ja etenkin kakkosautojen vähenemiseen, jotta tällä teknologialla voidaan katsoa olevan vaikutusta paikoitustarpeisiin. Kehityksen tulisikin tapahtua aiemmin mainittujen yhteiskäyttöautoja suosivalla tavalla, muuten autojen määrä ja ruuhkaisuus pysyisi ennallaan tai lähtisivät jopa

kasvuun, näin ollen paikoitustilan säästämiseen ja joukkoliikenteeseen liittyvät taloudelliset hyödyt jäisivät saamatta.

Sähköautojen yleistymistä pääasiassa Rovaniemellä hankaloittavat pitkät kulkuetäisyydet ja latausverkoston vajanaisuus. Teknologian kehittäminen mahdollistaa sähköautojen tulemistä arktisille olosuhteille, akkujen teknologiaa ja kapasiteettia kehitetään ja lisätään, samalla kun latausinfrastruktuuri kehittyy ja kasvaa Lapissa ja Rovaniemellä. Tämän vuoksi oletamme, että sähköautojen yleistyminen Rovaniemellä riippuu lähinnä ihmisten henkilökohtaisista valinnoista, mieltymyksistä sekä niiden markkinoinnista. Esimerkiksi Lappiin liittyen ihmisillä on vielä vahva käsitys siitä, etteivät sähköautot toimi tarpeenmukaisesti arktisissa olosuhteissa.

Sähköpyörien yleistymistä on hidastanut niiden virheellinen markkinointi koko Suomen alueella, ne on mielletty apuvälineiksi vanhuksille ja liikunnallisesti rajoittuneille. Lisäksi Rovaniemellä niiden yleistymistä ovat hidastaneet pyöräilyväylien puutteellisuus sekä huonokuntoisuus. Talvella pyöräilyä hankaloittavat suuret lumimäärät, kunnossapito sekä liukas tienpinta.

Itsestään ohjautuvat autot ovat ympäri maailman vielä testaus- ja kehitysvaiheessa, suuret teknologia ja autovalmistajat käyvät kilpailua, että kenen tuotos saadaan ensimmäisenä valmiiksi kuluttajien käyttöön. Monissa eri tiedotusvälineissä on arvioitu, että itsestään ohjautuvat autot voisivat olla saatavilla kuluttajille vuoteen 2020 mennessä. Esimerkiksi Japanissa pyritään saamaan tätä teknologiaa esille Tokion kesäolympialaisiin mennessä.

Konkreettisesti ajateltuna robottiautot, jotka toimivat ”kutsu” periaatteella ja täysin itsenäisesti voivat yleistyä maailmalla 5 -10 vuoden kuluessa ja Suomessa, etenkin Rovaniemellä hieman myöhemmin vaihtelevien vuodenaikojen ja ajo-olosuhteiden vuoksi, noin 10 -15 vuoden kuluessa. Tätä ennen on kuitenkin ratkaistava monia eettisiä ja moraalisia kysymyksiä liittyen robottiautojen toimintaan esimerkiksi vaaratilanteita kohdatessa ja miten auto käyttäytyy vikatilanteita kohdatessa. Toisena suurena tekijänä maiden lainsäädännöt, jotka eroavat

toisistaan aiheuttaen haasteita autovalmistajille, lisäksi itsestään ohjautuvat autot täytyvät sisällyttää lainsäädäntöön.

LÄHTEET

Allianz SE. 2015. The city of the future belongs to cyclists. Viitattu 12.1.2016. https://www.allianz.com/v_1435234024000/media/press/document/other/2015_06_25_Allianz_Pulse_E-bikes_en.pdf

Anderson, E. 2015. Charging ahead: the electric bike revolution has arrived in Britain. Viitattu 9.3.2016. <http://www.telegraph.co.uk/finance/festival-of-business/11440527/Charging-ahead-the-electric-bike-revolution-has-arrived-in-Britain.html>

Anthony, M. 2016. Tesla Model S now with driver assist features. Viitattu 8.2.2016. <http://insideevs.com/tesla-model-s-now-driver-assist-features/>

Aulio, K. 2014. Kiinan hyvää tarkoittaneen hiilen ilmaisjakelun musta seuraus: väestön eliniän odote lyheni 5.5. vuodella. Viitattu 13.1.2016. <https://tiedebasaari.wordpress.com/tag/kiinan-ilmansuojelu/>

Aulio, K. 2015. Pekingin ilmansaasteongelmiin luvassa helpotusta. Viitattu 13.1.2016. <https://tiedebasaari.wordpress.com/tag/kiinan-ilmansuojelu/>

Autoalan Tiedotuskeskus. 2015. Autokauppa. Viitattu 12.4.2016. http://www.aut.fi/autoala_suomessa/autokauppa

Avere. 2012. Norwegian parliament extends electric car initiatives until 2018. Viitattu 5.4.2016. <http://www.aveer.org/www/newsMgr.php?action=view&frmNewsId=611§ion=&type=&SGLSESSID=mi3rnro>

Ayre, J. 2015. Electric car demand growing, global market hits 740,000 units. Viitattu 7.1.2016. <http://cleantechnica.com/2015/03/28/ev-demand-growing-global-market-hits-740000-units/>

Bloomberg. 2016. Baidu enters the global race for driverless car domination. Viitattu 13.1.2016. <http://www.bloomberg.com/news/articles/2016-01-24/baidu-enters-the-global-race-to-dominate-era-of-driverless-cars>

Boyd, J. 2015. Japan's plan to speed self-driving cars. Viitattu 13.1.2016 <http://spectrum.ieee.org/cars-that-think/transportation/self-driving/japans-plan-to-speed-selfdriving-cars>

Brooks, A 2015. Musings from the oil patch. Viitattu 6.4.2016. <http://energy-musings.com/node/381>

China economic. 2013. China needs electric cars more than hybrid. Viitattu 14.1.2016. http://en.ce.cn/Industries/Auto/201303/01/t20130301_24157421.shtml

ChinaAutoWeb. 2016. Plug-in EV sales in China rose 37.9% to 17,600 in 2013. Viitattu 14.1.2016. <http://chinaautoweb.com/2014/01/plug-in-ev-sales-in-china-rose-37-9-to-17600-in-2013/>

Connolly, K. 2015. Germany creates laws for driveless cars. Viitattu 18.2.2016. <https://www.theguardian.com/technology/2015/feb/01/germany-laws-driverless-cars-autobahns-google-industry>

Crown copyright. 2016. Electric bikes: the rules. Viitattu 10.3.2016. <https://www.gov.uk/electric-bike-rules>

Davies, A. 2015. Self-driving cars are legal, but real rules would be nice. Viitattu 4.2.2016. <http://www.wired.com/2015/05/self-driving-cars-legal-real-rules-nice/>

Department for Transport 2015a. The Pathway to Driverless Cars. Viitattu 5.1.2016. https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/401562/pathway-driverless-cars-summary.pdf

Department for Transport. 2015b. The pathway to driveless cars. Viitattu 14.3.2016. https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/401562/pathway-driverless-cars-summary.pdf

Department of transport statistics 2016. Viitattu 7.3.2016. https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/482670/tsgb0101.xls

Deutsche Welle 2016. Daimler's self-driving trucks to hit German roads. Viitattu 18.2.2016. <http://www.dw.com/en/daimlers-self-driving-trucks-to-hit-german-roads/a-18665100>

Eastlander & Partners. 2015. Tulevaisuuden autot. Viitattu 11.1.2016. <http://www.estlanderfp.fi/portfolio-item/tulevaisuuden-autot/>

Eduskunnan tulevaisuusvaliokunta. 2013. Suomen sata uutta mahdollisuutta: Radikaalit teknologiset ratkaisut. Viitattu 18.4.2016. https://www.eduskunta.fi/FI/tietoaeduskunnasta/julkaisut/Documents/tuvj_6+2013.pdf

Electric bike report. 2016. New California law brings clarity to electric bike regulations. Viitattu 3.2.2016. <http://electricbikereport.com/new-california-law-electric-bike-regulations/>

Erkko, A. 2015. Tällainen on tulevaisuuden kaupunki. Viitattu 4.1.2016. <http://www.kauppalehti.fi/uutiset/kaupungin-muodonmuutos-on-alkanut/sYST-Fpiv>

Federal Highway Administration. 2015. Interstate system. Viitattu 19.1.2016. <http://www.fhwa.dot.gov/programadmin/interstate.cfm>

Fyhri, A & Beate, H. 2014. Ebikes – who wants to buy them and what effect do they have? Viitattu 11.4.2016. <https://www.toi.no/getfile.php/Publikasjoner/T%C3%98I%20rapporter/2014/1325-2014/sum-1325-2014.pdf>

Geier, B. 2015. Electric vehicle sales charged up in 2014. Viitattu 1.2.2016. <http://fortune.com/2015/01/08/electric-vehicle-sales-2014/>

Gordon-Bloomfield, N. 2015. UK Government announces changes to plug-in car incentives, introduces banding based on ZEV capabilities. Viitattu 8.3.2016. <https://transportevolved.com/2015/02/13/uk-government-announces-changes-plug-car-incentives-introduces-banding-based-zev-capabilities/>

Hamilo, M. 2013. Kotiovelle tilattavat robottiautot voivat vapauttaa ihmiset auto-riippuvaisuudesta. Viitattu 18.4.2016. <http://suomenkuvalehti.fi/jutut/ulko-maat/kotiovelle-tilattavat-robottiautot-voivat-vapauttaa-ihmiset-autoriippuvuudesta/>

Hodge, N. 2014. U.S. cumulative sales of plug-in electric vehicles. Viitattu 1.2.2016 <http://www.outsiderclub.com/gigaprofits-from-the-gigafactory-lithium-graphite-stocks/1088>

Ilmasto-opas 2015. Euroopan unionin ilmastopolitiikka ohjaa jäsenmaita. Viitattu 7.3.2016. <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/hillinta/-/artikkeli/b82589fa-efc6-41c0-b7fd-0f1233b76c86/euroopan-unionin-ilmastopolitiikka-ohjaa-jasen-maita.html>

INSG Insight. 2014a. The global e-bike market. Viitattu 18.1.2016. http://www.insg.org/%5Cdocs%5CINSG_Insight_23_Global_Ebike_Market.pdf

INSG Insight. 2014b. The global e-bike market. Viitattu 2.2.2016. http://www.insg.org/%5Cdocs%5CINSG_Insight_23_Global_Ebike_Market.pdf

INSG Insight. 2014c. The global e-bike market. Viitattu 16.2.2016. http://www.insg.org/%5Cdocs%5CINSG_Insight_23_Global_Ebike_Market.pdf

Johanson3. 2015. Bicycles, electric bikes and electric scooters in japan. Viitattu 12.1.2016. <http://johanson3.com/%E8%87%AA%E8%BB%A2%E8%BB%8A%E3%80%81%E3%82%B9%E3%82%AF%E3%83%BC%E3%82%BF%E3%83%BC%E3%82%84%E9%9B%BB%E5%8B%95%E3%83%90%E3%82%A4%E3%82%AF%E3%80%81%E6%97%A5%E6%9C%AC%E3%81%AE%E9%9B%BB%E6%A9%9F/>

Jokinen, L. 2015. Kumous on käsillä: tulevaisuuden auto ei ole pelkkä liikenneväline. Viitattu 12.1.2016. <http://www.helsinkidesignweek.com/weekly/tulevaisuuden-auto-ei-ole-pelkka-liikennevaline/?lang=fi>

Kable. 2016. Munich automated underground parking system, Germany. Viitattu 10.2.2016. <http://www.roadtraffic-technology.com/projects/munich-automated-underground-parking/>

Lane, B. 2016. Electric cars. Viitattu 8.3.2016. <http://www.nextgreen-car.com/electric-cars/>

Lavrinc, D. 2012. Exclusive: Google expands its autonomous fleet with hybrid lexus RX450H. Viitattu 8.2.2016. <http://www.wired.com/2012/04/google-autonomous-lexus-rx450h/>

Liikenne ja Viestintäministeriö 2015. Muutosta aletaan valmistella: Kevyet sähkökulkuneuvot laillisiksi liikennekäytössä. Viitattu 6.1.2016. <http://www.lvm.fi/-/muutosta-aletaan-valmistella-kevyet-sahkokulkuneuvot-laillisiksi-liikenne-kaytossa-795997>

Liikenne- ja viestintäministeriö, Liikennevirasto, Trafi, Ilmatieteen laitos. 2015. Suomalaisten liikkumistavat. Viitattu 12.4.2016. <http://liikennejarjestelma.fi/palvelutaso/liikennetyypit/matkat-hti/>

Liikennevirasto. 2015. Sähköavusteisten polkupyörien tiekartta. Viitattu 14.4.2016. http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lts_2015-10_sahkoavusteisten_polkupyorien_web.pdf

Lilly, C. 2016. Records tumble for plug-in car sales. Viitattu 9.3.2016. <https://www.zap-map.com/records-tumble-for-plug-in-car-sales/>

Luotola, J. 2015. Sähköautojen latausverkosto laajeni – Katso, kuinka kauas pääsisit Suomessa. Viitattu 28.4.2016. http://www.tekniikkatalous.fi/talous_uutiset/liikenne/sahkoautojen-latausverkosto-laajeni-katso-kuinka-kauas-paasisit-suomessa-6056999

Ma, J., Horie, M. & Hagiwara, Y. 2015. Proceed with caution on self-driving cars. Viitattu 13.1.2016. <http://www.bloomberg.com/news/articles/2015-10-28/japan-s-carmakers-proceed-with-caution-on-self-driving-cars>

MacDougall, W. 2016. Electromobility in Germany: Vision 2020 and beyond. Viitattu 15.2.2016. http://www.gtai.de/GTAI/Content/EN/Invest/_Shared-Docs/Downloads/GTAI/Brochures/Industries/electromobility-in-germany-vision-2020-and-beyond-en.pdf

Mann, S. 2014. Getting around Germany. Viitattu 11.2.2016. https://www.study-in.de/en/on-arrival/tips-for-every-day/_27292.php

Matveeva, A 2014. Electric Mobility. Viitattu 16.2.2016.

<https://www.vda.de/en/topics/innovation-and-technology/electromobility/electric-mobility-electric-vehicles-by-german-manufacturers-and-outlook-npe.html>

Ministry of Transport and Communications 2013. National transport plan 2014-2023. Viitattu 4.4.2016. [https://www.regjeringen.no/contentassets-sets/3fff99ead75f4f5e8bd751161006bffa/pdfs/stm201220130026000en_pdfs.pdf](https://www.regjeringen.no/contentassets/3fff99ead75f4f5e8bd751161006bffa/pdfs/stm201220130026000en_pdfs.pdf)

Moisio, T. 2015. Vuosikymmenen moka: Sähköpyörä on parhaimmillaan työmatkalla - kauppiaat brändäsivät invapyöräksi. Viitattu 14.4.2016. <http://www.hs.fi/blogi/veloelo/a1305941357583>

Motiva 2016a. Täyssähköauto. Viitattu 6.1.2015. http://www.motiva.fi/liikenne/henkiloautoilu/valitse_auto_viisaasti/autotyyppi/tayssahkoauto

Motiva 2016b. Sähköauton lataustekniikka ja turvallisuus. Viitattu 6.1.2016. http://www.motiva.fi/liikenne/henkiloautoilu/valitse_auto_viisaasti/autotyyppi/sahkoauton_lataustekniikka_ja_turvallisuus

Motiva. 2016c. Sähköpolkupyörä (sähköpyörä). Viitattu 14.4.2016. http://www.motiva.fi/liikenne/kavely_ja_pyoraily/sahkopolkupyora

Norstroem, E. 2006. Basic installations to provide safe operation for low traffic tunnels. Viitattu 4.4.2016. <http://www.piar.org/ressources/documents/actes-seminaires06/c33-argentine06/8784,Norstrom.pdf>

NRI Online Pvt 2012. Transport system in USA, Traveling within America. Viitattu 19.1.2016. <http://www.fhwa.dot.gov/programadmin/interstate.cfm>

Perrot, Q. 2015. The emergence of electric bikes in China. Viitattu 18.1.2016. <http://large.stanford.edu/courses/2015/ph240/perrot1/>

Philips, L 2015. Norway's electric vehicle revolution: Lessons for British Columbia. Viitattu 7.4.2016. <https://pics.uvic.ca/sites/default/files/uploads/publications/Norway%20EV%20Briefing%20Note%20October%202015.pdf>

Pihlava, T. 2014. Kokeilukulttuurin lähteillä seminaari. Viitattu 18.4.2016. http://www.trafi.fi/filebank/a/1411997024/24df3732d7043453c9baa7780387fc13/15440-5_Citymobil2_Pihlava.pdf

Porter, B., Linse, M. & Barasz, Z. 2015. Six transportation trends that will change how we move. Viitattu 11.1.2016. <http://www.forbes.com/sites/valleyvoices/2015/01/26/six-transportation-trends-that-will-change-how-we-move/#65258bb938fb>

Pöllänen, M., Nykänen, L., Liimatainen, H & Wallander, J. 2014a. Tieliikenteen toimintaympäristö ja liikkuminen vuonna 2030 – neljä skenaariota. Viitattu

4.1.2016. http://www.trafi.fi/file-bank/a/1392112085/8522ec83bc923177687b13c97f23204a/14192-Trafin_tutkimuksia_01-2014_-_Tieliikenneskenaariot_2030.pdf

Pöllänen, M., Nykänen, L., Liimatainen, H & Wallander, J. 2014b. Tieliikenteen toimintaympäristö ja liikkuminen vuonna 2030 – neljä skenaariota. Viitattu 4.1.2016. http://www.trafi.fi/file-bank/a/1392112085/8522ec83bc923177687b13c97f23204a/14192-Trafin_tutkimuksia_01-2014_-_Tieliikenneskenaariot_2030.pdf

Recargo Inc 2016a. For EV Drivers. Viitattu 7.1.2016. <http://company.plugshare.com/products/drivers/>

Recargo Inc 2016b. PlugShare. Viitattu 7.1.2016. <http://www.plugshare.com/>

Richardson, J. 2016. Germany mulling €2 billion incentives for electric cars. Viitattu 15.2.2016. <http://cleantechnica.com/2016/01/16/germany-mulling-e2-billion-incentives-for-electric-cars/>

Ridekick. 2015. Electric bike law basics. Viitattu 3.2.2016. <http://ridekick.com/electric-bike-law-basics/>

Rieland, R. 2012. Will America ever love electric bikes? Viitattu 2.2.2016. <http://www.smithsonianmag.com/innovation/will-america-ever-love-electric-bikes-75946620/?no-ist>

Riikonen, J. 2015. Lue tämä, jos harkitset sähköauton ostoa: Esittelyssä Suomessa nyt myytävät sähköautot. Viitattu 13.4.2016. <http://www.hs.fi/autot/a1450329898368>

Roetynck, A. 2010. Promoting cycling for everyone as a daily transport mode. Viitattu 11.2.2016. https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/sites/iee-projects/files/projects/documents/presto_policy_guide_electric_bicycles_en.pdf

Shahan, Z. 2014a. Electric vehicle market share in 19 countries. Viitattu 12.1.2016. <http://www.abb-conversations.com/2014/03/electric-vehicle-market-share-in-19-countries/>

Shahan, Z. 2014b. Japan electrified vehicle sales (2013 report). Viitattu 12.1.2016. <http://evobsession.com/japan-electrified-vehicle-sales-2013-report/>

Shahan, Z. 2015. EV Infographic with ton of interesting stats. Viitattu 12.1.2016. <http://gas2.org/2015/08/02/ev-infographic-with-ton-of-interesting-stats/>

Silke Carty, S. 2010. Obama pushes electric cars, battery power this week. Viitattu 19.1.2016. <http://content.usatoday.com/communities/dri-veon/post/2010/07/obama-pushes-electric-cars-battery-power-this-week-/1#.Vx38aUZZjVs>

Snavely, B & Bomey, N. 2016. Obama administration ready to put \$4B toward self-driving cars. Viitattu 4.2.2016. <http://www.usatoday.com/story/money/cars/2016/01/14/nhtsa-detroit-auto-show-autonomous-vehicles/78792868/>

Spring, J. 2015. Forget self-driving cars, China's Baidu says it will put self-driving buses on roads in 3 years. Viitattu 19.1.2016. <http://venturebeat.com/2015/12/14/forget-self-driving-cars-chinas-baidu-says-it-will-put-self-driving-buses-on-roads-in-3-years>

Statista. 2016a. Number of vehicles registered in the United States from 1990 to 2013. Viitattu 19.1.2016. <http://www.statista.com/statistics/183505/number-of-vehicles-in-the-united-states-since-1990/>

Statista. 2016b. Projected sales of electric bicycles in the United States from 2014 to 2016. Viitattu 3.2.2016. <http://www.statista.com/statistics/326124/us-sales-of-electric-bicycles/>

Statista. 2016c. Sales of electric bicycles in China from 2000 to 2012* (In million units). Viitattu 18.1.2016. <http://www.statista.com/statistics/255662/sales-of-electric-bicycles-in-china/>

Steen-Olsen, S. 2014. E-bikes are Entering Norway. Viitattu 7.4.2016. <http://www.bike-eu.com/sales-trends/nieuws/2014/2/e-bikes-are-entering-norway-10110097>

Sutton, M. 2016. Transport minister opens Dft funded Brighton University e-bike scheme. Viitattu 14.3.2016. <http://www.cyclingindustry.news/transport-minister-opens-dft-funded-brighton-university-e-bike-scheme/>

Sähköinenliikenne. 2015. Suomessa nyt yli 1000 sähköautoa - alkuvuonna ennätysmyynti. Viitattu 13.4.2016. <http://www.sahkoinenliikenne.fi/uutiset/suomessa-nyt-yli-1000-sahkoautoa-alkuvuonna-ennatysmyynti>

Trafi Liikenteen turvallisuusvirasto. 2016a. Aurorasta maailman ensimmäinen arktinen älykkään liikenteen tertiäkosysteemi. Viitattu 19.4.2016. <http://liikenne-labrador.fi/aurorasta-maailman-ensimmainen-arktinen-alykkaan-liikenteen-tes-tiekosysteemi/>

Trafi Liikenteen turvallisuusvirasto. 2016b. Trafi mahdollistaa automaattiautojen testauksen yleisillä teillä. Viitattu 19.4.2016. <http://uutiskirje.trafi.fi/uutiset/liikenteen-tieto/trafi-mahdollistaa-automaattiautojen-testauksen-yleisilla-teilla.html>

Tsang, R. & Boutot, P. 2015. China new mobility study. Viitattu 13.1.2016. http://www.bain.com/Images/BAIN_DIGEST_China_new_mobility.pdf

US Department of Energy. 2013. EV Everywhere grand challenge blueprint. Viitattu 1.2.2016. http://energy.gov/sites/prod/files/2014/02/f8/everywhere_blueprint.pdf

Vallancey, S. 2015. Self-driving cars could be driving humans around by 2020, as German carmakers including BMW step up hiring efforts. Viitattu 18.2.2016. <http://www.independent.co.uk/life-style/gadgets-and-tech/news/self-driving-cars-could-be-driving-humans-around-by-2020-as-german-carmakers-including-bmw-step-up-10500476.html>

Vantaan kaupungin viestintä. 2015. CityMobil2- hanke. Viitattu 18.4.2016. http://www.vantaa.fi/hallinto_ja_talous/tyo_ja_elinkeinot/elinkeinokehittamisen/citymobil2

Vantaan Sanomat. 2014. Robottiautot yleiseen liikenteeseen ensi vuonna – Miten käy taksikuskeille? Viitattu 14.4.2016. <http://www.vantaansanomat.fi/artikkeli/218542-robottiautot-yleiseen-liikenteeseen-ensi-vuonna-miten-kay-taksikuskeille>

Virtapiste. 2015. Rovaniemen seudulle avataan viisi sähköautojen virtapiste-latausasemaa. Viitattu 28.4.2016. <http://www.epressi.com/tiedotteet/kotimaa/rovaniemen-seudulle-avataan-viisi-sahkoautojen-virtapiste-latausasemaa.html>

Wachotsch, U., Kolodziej, A., Specht, B., Kohlmeyer, R & Petrikowski, F. 2014. Electric bikes get things rolling. Viitattu 16.2.2016. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/hgp_electric_bikes_get_things_rolling.pdf

Walton, M. 2015. UK government releases rules to get self-driving cars on to public roads. Viitattu 15.3.2016. <http://arstechnica.co.uk/cars/2015/07/uk-government-releases-rules-to-get-self-driving-cars-onto-public-roads/>

Yarrow, R. 2014. Driveless cars already on the road. Viitattu 5.4.2016. <http://www.telegraph.co.uk/motoring/car-manufacturers/volvo/10804595/Driverless-cars-already-on-the-road.html>

YLE Uutiset. 2012. EU-parlamentti ei muuttanut autojen päästörajoituksia. Viitattu 11.1.2016. http://yle.fi/uutiset/eu-parlamentti_ei_muuttanut_autojen_paastorajoituksia/6112658

Young, A. 2015. Global electric car market: About 43% of all electric passenger cars were bought in 2014, say german clean energy researchers. Viitattu 7.1.2016. <http://www.ibtimes.com/global-electric-car-market-about-43-all-electric-passenger-cars-were-bought-2014-say-1857670>

Yutong. 2016. Yutong completes world's first trial operation of unmanned bus. Viitattu 19.1.2016. <http://en.yutong.com/pressmedia/yutongnews/2015/2015IBKCFbteUf.html>

Zolfagharifard, E. 2015. Self-driving cars could be in 30 US cities by 2017: Pilot project aims for mass roll out of driveless vehicles – but how safe are they? Viitattu 9.2.2016. <http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-2981946/Self-driving-cars-30-cities-2017-Pilot-projects-aims-mass-roll-driverless-vehicles-safe-they.html>